

UNIVERSIDAD DE CUENCA



Facultad de Ciencias Químicas
Carrera de Ingeniería Industrial

**“Propuesta de modelo táctico de implementación de Industria 4.0 para
la generación de ventaja competitiva en las Pymes ecuatorianas”**

Trabajo de titulación previo a la
obtención del título de Ingeniero
Industrial

Autor:

Marcelo Sicha Aragón Gualinga

CI: 160059870-8

Director:

James Marlon Arias Cisneros

CI: 010240714-5

Cuenca, Ecuador

16/Julio/2019

Resumen:

Los negocios están cambiando a pasos enormes, los clientes buscan interactuar en el proceso y diseño de productos o servicios. Los procesos en las industrias, en especial las Pymes; se mantienen desde el siglo pasado, lo que pone en evidencia la falta de desarrollo de nuevas tecnologías en el sector. A inicios de la cuarta revolución industrial basada en el uso masivo del internet y la digitalización, las Pymes ecuatorianas deben empezar a transformar la manera de optimizar procesos y satisfacer al cliente de forma dinámica, flexible y eficiente. El siguiente trabajo de investigación tiene como objetivo determinar un modelo táctico de implementación de Industria 4.0 con lo cual las pymes ecuatorianas garanticen ventaja competitiva frente a las demás. El modelo se basa en ocho tecnologías presentes como pilares fundamentales dentro de la cuarta revolución industrial, dividida en tres segmentos, sumado un concepto comercial el XaaS (cualquier cosa como servicio) y la evolución de la conectividad. Segmento de tecnologías de conexión (Cloud Computing - Ciberseguridad) que se encargan de dar seguridad, almacenamiento, conectividad y disponibilidad. Segmento de tecnologías de interacción (IoT – Big Data – Realidad Aumentada – Plataforma B2B y B2C) que garantizan la comunicación directa interna y externa mejorando la experiencia del cliente. Segmento de tecnologías emergentes (Fabricación Aditiva – Robótica Colaborativa) proporcionan personalización y automatización. Se presenta una gran oportunidad de transformación para las Pymes ecuatorianas a una mínima inversión debido a la disponibilidad y acceso de las tecnologías en el país bajo el concepto XaaS y la reducción del precio de la tecnología.

Palabras clave: Industria 4.0. Cuarta revolución industrial. XaaS. Pymes. Flexibilidad. Datos.



Abstract:

Businesses are changing by leaps and bounds, customers want to interact in the process and design products and services. Processes in industries, especially in the SMEs, are maintained since the last century, which highlights the lack of development of new technologies in the sector. The initiation of the fourth industrial revolution is based on the massive use of the internet and digitalization. Ecuadorian SMEs must optimize processes and satisfy the client in a dynamic, flexible and efficient way. This study pretends to determine a tactical model of implementation of Industry 4.0, with which Ecuadorian SMEs guarantee a competitive advantage front to the others. The model is based in eight technologies presented as fundamental pillars within of the fourth industrial revolution. The technologies are divided into three segments, also, the XaaS (anything as a service) as a commercial concept and the evolution of connectivity are added. Segment of connection technologies (Cloud Computing - Cybersecurity) are responsible of the security, storage, connectivity and availability. Segment of interaction technologies (IoT - Big Data - Augmented Reality - B2B Platform and B2C) guarantee direct internal and external communication, and improve customer experience. Segment of emerging technologies (Additive Manufacturing - Collaborative Robotics) provide customization and automation. It is a great transformation opportunity for Ecuadorian SMEs with a minimum investment. This is due to the availability and the access of technologies in the country under the XaaS concept and the price reduction of technology.

Keywords: Industry 4.0. Fourth industrial revolution. XaaS. SMEs. Flexibility. Data.



ÍNDICE DEL TRABAJO

CONTENIDO

1. Introducción	7
2. Desarrollo del modelo	13
2.1 Catalizador (XaaS)	14
2.2 Red (conectividad)	16
2.3 Integración de herramientas	17
2.4 Primer segmento	19
2.5 Segundo segmento	22
2.6 Tercer segmento	26
2.7 Identificación de oportunidades	29
3. Conclusiones	37
Agradecimientos	39
Bibliografía	39



Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

Marcelo Sicha Aragón Gualinga en calidad de autor/a y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación **"Propuesta de modelo táctico de implementación de Industria 4.0 para la generación de ventaja competitiva en las Pymes ecuatorianas"**, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 16 de julio de 2019.

Marcelo Sicha Aragón Gualinga

C.I: 1600598708



Cláusula de Propiedad Intelectual

Marcelo Sicha Aragón Gualinga, autor/a del trabajo de titulación **“Propuesta de modelo táctico de implementación de Industria 4.0 para la generación de ventaja competitiva en las Pymes ecuatorianas”**, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.

Cuenca, 16 de julio de 2019.

Marcelo Sicha Aragón Gualinga

C.I: 1600598708



1. Introducción:

Los constantes cambios tecnológicos y el apresurado crecimiento de los mercados mundiales están haciendo que la competitividad de las industrias dependa en absoluto de su habilidad en innovar y de su capacidad en adquirir y adoptar nueva tecnología. La cuarta revolución industrial trae nuevos retos para las pequeñas y medianas empresas (Pymes) del Ecuador. Con su enfoque basado en la interconectividad (IoT) en todo su proceso productivo, flexibilidad a la hora de fabricar y fabricación personalizada (de la Fuente & Mazaeda, 2016), trae consigo esta nueva era industrial problemas que van más allá a cambios superficiales en la infraestructura y equipos de las Pymes. Uno de los problemas básicos es el desconocimiento del concepto en sí, “Industria 4.0”, por parte de las Pymes y el bajo avance tecnológico que ha tenido en el país en estos últimos años, comparados a nivel mundial. Si bien Ecuador se considera un país subdesarrollado la realidad en Latinoamérica es parecida a lo que en desarrollo de tecnología se supone y a la poca o casi nada inversión en las TIC (tecnologías de la información y comunicación) a nivel industrial (Rodríguez Argueta, 2016).

Ecuador está muy lejos de la realidad en avances tecnológicos en los que viven países desarrollados que ya han comenzado con la implementación de esta nueva revolución industrial llamada Industria 4.0. Alemania, país pionero en fábricas inteligentes desde hace no

más de 5 años ha desarrollado modelos estratégicos de I 4.0 en apoyo a sus empresas y al desarrollo de su productividad y economía, impulsando así ciertos sectores industriales que se adaptan a los modelos propuestos (Schroeder, 2015).

Cada día se es testigo de que la gran mayoría de la población está teniendo acceso a internet, que el mundo se conecta con un solo “clic”, que los hábitos de los consumidores cambiaron, y sus compras ahora lo realizan en la red y no en una tienda física. A esto Google Inc. lo conoce como el momento cero de la verdad (ZMOT), hoy en día se gana a los clientes antes de que se acerquen al local y una persona les atienda, debido a que la información de cualquier producto o servicio sean estas especificaciones, sugerencias o recomendaciones ya se encuentran en el internet (Leckinski, 2011).

Una observación que hay que tener muy en cuenta es que la digitalización está transformando la forma de hacer negocios debido a que los clientes son cada vez más digitales, los denominados “millennials”, pasan mayor tiempo del día en la red, tienen hábitos de compra por internet, pasan mayor tiempo conectados a un mundo virtual, y si bien la mayoría de Pymes en cambio viven en el pasado, de ahí parte la necesidad de buscar modelos que sean capaces de ayudar a las industrias convencionales convertirse en fábricas inteligentes y flexibles con la capacidad de satisfacer a sus clientes en el mercado digital que ellos crearon.

El sector industrial no se debería estar preguntando si es que debe o no debe embarcarse a esta nueva era digital, la pregunta correcta que se deberían hacer es “¿hasta dónde se puede transformar la industria?”, es decir, ¿a qué profundidad se puede llegar en la transformación a Industria 4.0 con la realidad que se está viviendo en este momento?, y la respuesta se fundamenta en los nuevos modelos de negocio que hoy en día se basan en la era digital y que a un corto plazo aquellas empresas que no se embarquen en esta nueva tendencia mundial empezarán a experimentar bajas en sus ventas y verán como el ciclo de sus negocios empieza a llegar a su declive. Un claro ejemplo es ver como el porcentaje de consumidores que hacen sus compras en las épocas de más consumo: Navidad, Black Friday; ya se ve reducido en estos últimos años y empieza a dar paso a este nuevo concepto de compra conocido como el Cyber Monday (lunes cibernético) o las compras en línea, donde los comercios principalmente en Estados Unidos y, alrededor de todo el mundo hacen sus descuentos, sin la

necesidad que sus clientes se acerquen a sus locales, sino que aprovechen de sus ofertas desde cualquier lugar con conexión a la red (Pozzi, 2017).

La consultora estadounidense Gartner, Inc. (2012) especializada en tecnología informática ha venido presentando en su curva del Ciclo de Implementación Tecnológica desde años atrás (Ilustración 1), estos principios de la Industria 4.0 como lo son la realidad aumentada, realidad virtual, Gestión de datos, Big Data, Internet de las cosas, Cloud Computing, Robots móviles-autónomos y en el año 2017 haciendo más énfasis en la impresión 3D (Ilustración 2) y el Software como Servicio (Ilustración 3), que en un par de años alcanzarán su adopción total, generando un futuro muy prometedor a lo que se refiere a la I 4.0 a nivel mundial. Se pronostica que para el año 2020 todas estas tecnologías lleguen a su madurez y se pueda vivir en su totalidad los beneficios de la cuarta revolución industrial (Computing, 2016).

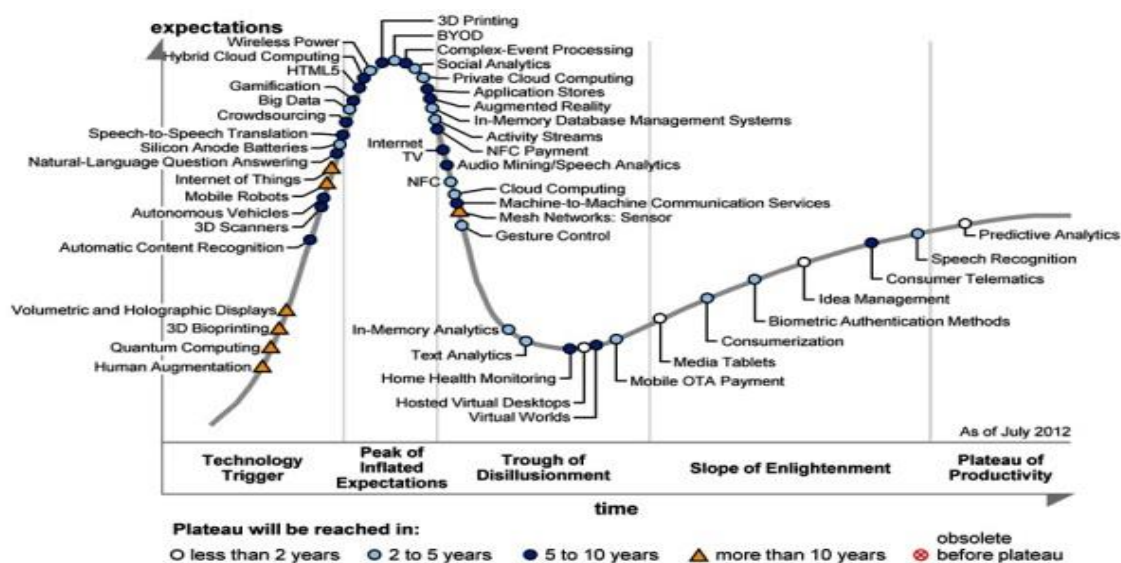


Ilustración 1. Curva de implementación tecnológica. Fuente: Gartner Inc. (2012).

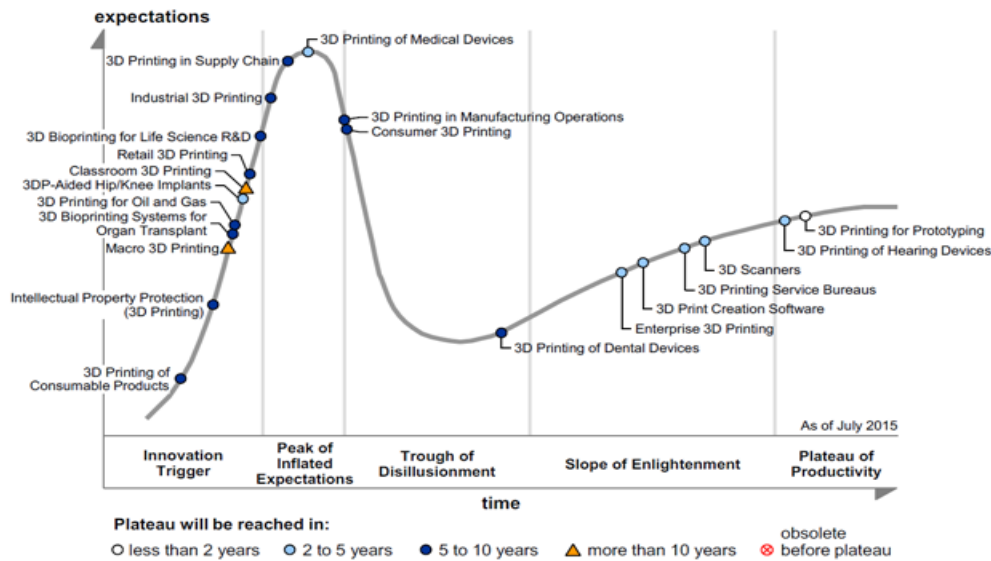


Ilustración 2. Hype cycle para la impresión 3D. Fuente. Gartner Inc. (2015).

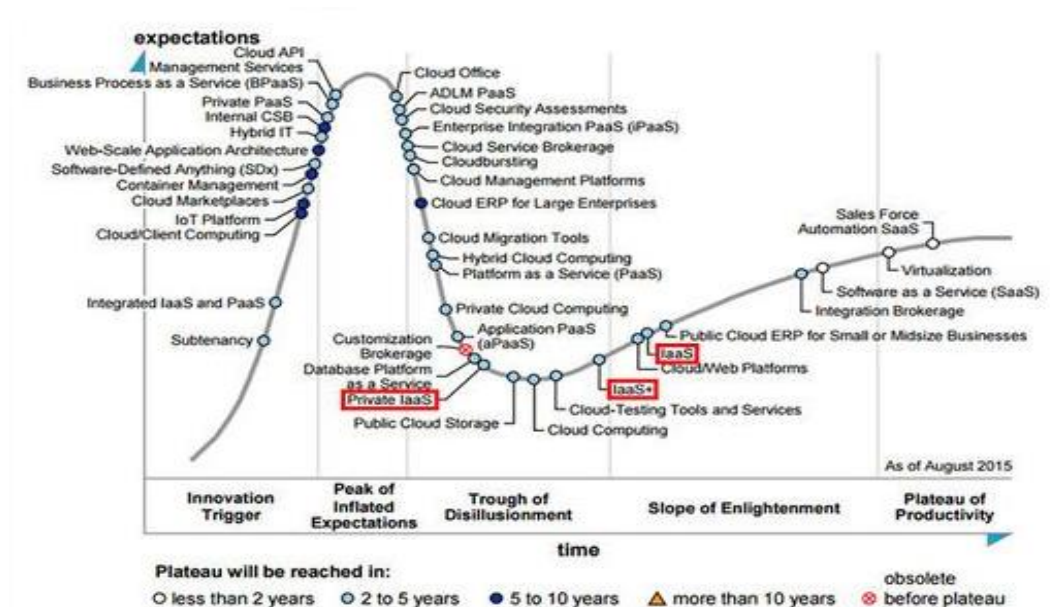


Ilustración 3. Hype cycle para la computadora en la nube (SaaS). Fuente. Gartner Inc. (2015).

Las tecnologías habilitantes de la I 4.0 se presentan como un reto para muchas empresas, tal es el caso de la ciberseguridad, un pilar fundamental dentro de la cuarta revolución industrial, es a su vez un “Stop” para la misma, debido a que existe muy pocas normativas con relación a la protección digital de información en la web. En estos últimos años la población ha sido testigo de ciberataques a compañías grandes y desarrolladas, que se creía que era

imposible penetrar a sus sistemas digitales y robarles su información o contagiarles con software malicioso. Para países que están en vías de desarrollo, como el Ecuador, es hasta cierto punto imposible mantener privada nuestra información en la web, por tal motivo es que nace el miedo hacia esta nueva era digital.

En el país, la conectividad es otro gran problema para el desarrollo de esta era digital, por ejemplo en el sector agroindustrial se puede monitorear toda una plantación gracias al internet, sin embargo, no hay una red o señal que sea capaz de conectar todos estos dispositivos en ciertas partes del cultivo, en ocasiones hay regiones donde la cobertura del internet es baja o nula, lo cual está fuera del concepto de Industria 4.0, porque no existe comunicación directa de máquina a máquina (M2M), y esto dará como resultado datos fuera de tiempo, los cuales no les sirven para la toma de decisiones en tiempo real.

Para el primer semestre del año anterior (2018) una de las telefonías con más cobertura a nivel nacional como lo es CLARO, lanzo la “Gigared 4.5G” dando paso así a la conectividad más rápida. Al igual que las otras tecnologías la red 4.5G según Gartner Inc. ya es una realidad y se ha puesto de moda en muchos países desarrollados. Si bien esto recién comienza y son pocos los dispositivos compatibles con esta red, dentro de poco tiempo la cobertura mejorará significativamente, generando la hiperconectividad que tanto se espera.

Otro tema que ha puesto en apuros a diversos trabajadores y sindicatos, que en parte es una razón por la cual la cuarta revolución no ha tomado mucha fuerza, tiene que ver directamente con el recurso humano, es el temor que la I 4.0 genere desempleo, puesto que la tecnología, en especial los robots y la inteligencia artificial están ganando terreno

dentro de las industrias. Se cree que para 2025 alrededor de 140 millones de empleos relacionados a las TIC serán reemplazados por agentes informáticos (Villafranco, 2017), de igual manera aquellos trabajos repetitivos o rutinarios, y donde no es necesario mucha preparación del personal serán reemplazados por robots, debido a que será más fácil automatizar y como tal digitalizar.

Pese a la negativa que trae consigo la digitalización y la automatización, hay que tener en cuenta que en sus inicios las tres anteriores revoluciones industriales tenían las mismas preocupaciones, sin embargo generó la oportunidad de crear nuevas industrias y consigo nuevos empleos debido al aumento de la productividad y a la reducción del tiempo de trabajo en la industrias ya existentes, adicional a eso hay que tomar como ejemplo que los países con más avances tecnológicos tienen menores tasas de desempleo (González, 2017).

Cuando a los empresarios - dueños de las industrias – (sean estas grandes o pequeñas) en el país, se les habla de la Industria 4.0 lo primero que sienten es incertidumbre o en la mayoría de veces hasta total desconocimiento de este nuevo hito en la industria mundial, por tal motivo tienen hasta temor en invertir en nuevas tecnologías relacionadas a la industria inteligente, porque piensan que la inversión es alta y el ROI (retorno de la inversión) sobrepasa los 5 años, que para una Pymes es mucho tiempo. Es probable que unas cuantas empresas ya estén implementando algunos pilares fundamentales de Industria 4.0, sin embargo, no

saben de la magnitud y alcance de la misma, y peor aún no hay una gestión adecuada de los datos generados en la empresa que les ayude en la toma de decisiones en tiempo real, debido a las grandes cantidades de información que se maneja.

Si se analiza desde el punto de vista de la importancia de una Pymes para transformarse a Industria 4.0 se encuentran con varios factores que influyen directamente al funcionamiento de la misma y a las diferencias existentes entre el sector de las grandes industrias y las Pymes, que van desde el factor personal hasta lo financiero. La exorbitante brecha entre ambos sectores muestra la desventaja de las Pymes y la necesidad por la cual es de vital importancia la adopción de las tecnologías de la cuarta revolución industrial.

La rapidez con la que las industrias pueden transformarse a I 4.0 tiene que ver directamente con el factor económico, ya que las grandes industrias cuentan con mayor presupuesto para la implementación de nuevas tecnologías, de ahí que las Pymes se sienten en desventaja en una primera instancia. La inclusión de nuevas tecnologías dentro de las Pymes genera una idea equivocada en los propietarios de las empresas, por el hecho de que piensan que la tecnología es demasiado costosa; sin embargo, en los últimos años la reducción ha sido significativa en los precios de los avances tecnológicos y que fácilmente podrían ser adquiridos por las pequeñas y medianas empresas.

El recurso humano es otra desventaja que presenta la Pymes frente a la gran industria, ya que esta última cuenta con personal calificado y preparado, con la alta gerencia que se proyectan a un futuro y que está comprometida en investigar nuevas tecnologías que se adaptan a su realidad y generen optimización de sus recursos. Todo lo contrario sucede en la Pymes que en su mayoría cuenta con ejecutivos de poca visión, que se manejan con modelos antiguos de negocio. El recurso humano dentro de la I 4.0 representa el centro de transformación a la industria conectada, es el principal factor de cambio. Desde la alta gerencia hasta los operarios deben tener la capacidad de adaptarse rápidamente al cambio y hacer de las nuevas tecnologías su mejor aliado.

Otra diferencia entre las Pymes y la gran industria es su infraestructura y sus equipos. Las pequeñas y medianas empresas tienen maquinaria manual, poca sofisticada, y espacios reducidos; por otro lado, el sector de las grandes industrias cuenta con nuevas tecnologías y amplias naves industriales. El producto en las bodegas representa dinero parado y generan grandes costes de almacenamiento. La cuarta revolución industrial utiliza la misma filosofía del JIT (Just in Time), tener el producto con las características personalizadas por el cliente, en el momento que solicite el cliente, con lo cual se garantiza la reducción de los costes por almacenamiento y la utilización efectiva de los espacios dentro de una empresa.



Otra característica de las pequeñas industrias, es la producción de pequeños lotes de productos y personalizados por los clientes, característica que hoy en día está generando ventaja competitiva (la personalización). Muchos clientes buscan los productos necesarios y a su medida, con las características que ellos prefieren, sin embargo, se encuentran en un dilema en el momento de adquirir un producto, por el lado de las Pymes, productos personalizados con un tiempo de producción extenso y por otro lado grandes lotes de productos similares a bajo costo y en un corto tiempo, impuestos por la gran industria. Con la I 4.0 transformamos la desventaja de la Pymes (pequeños lotes personalizados) en un factor de competitividad gracias a la reducción de los tiempos de producción y el bajo precio.

En las industrias lo que se busca es la optimización de los recursos, sean estos: humano, económico, tiempo, materiales, etc., para la reducción de costes, sin embargo, en las Pymes lo que existe es un despilfarro de estos recursos, para lo cual a lo largo de la historia se ha buscado soluciones que garanticen la optimización. La cuarta revolución industrial satisface la optimización de esos recursos, debido a la inclusión de nuevas tecnologías en todo el proceso productivo.

Se enfoca en 4 aspectos importantes, primero, el **producto**: desde el mismo diseño del producto que cumpla con las especificaciones puntuales de los clientes, productos personalizados y a la medida, productos de calidad. Segundo aspecto, el

proceso: con procesos flexibles, reducción en el tiempo de procesamiento (desarrollo corto del producto), cambios en las especificaciones del producto en el transcurso de la producción, trazabilidad, mayor control de la producción, mayor eficiencia. Tercer aspecto, la **cadena de valor**: aseguramiento de la logística, trackig personalizado. Por último, el aspecto **entorno**: conexión directa con los clientes (B2C) gracias a las plataformas digitales donde podrán hacer sus pedidos y personalizarlos de acuerdo a sus necesidades, comunicación con proveedores u otras empresas (B2B), anticipación a la demanda y detección de riesgos que puedan afectar a la empresa.

Para industrias pioneras en la cuarta revolución industrial a nivel mundial como Bosch y Siemens, la I 4.0 genera ventaja competitiva y crea igualdad de oportunidades, por tal motivo es de vital importancia el desarrollo de nuevas tecnologías e innovación en este sector, para garantizar con ello la subsistencia en el mercado local y global de las mismas. En Ecuador las Pymes, participan en el 50% de la producción, contribuye con 1 de cada 3 puestos de trabajo, según el BID Invest del Grupo Banco Interamericano de Desarrollo (BID), y si al cabo de pocos años no logran incorporarse a esta cuarta revolución industrial las pérdidas a nivel económico del país serían realmente considerables.

La cuarta revolución industrial al igual que las tres anteriores trae consigo grandes cambios en la manera de ver a las industrias, trae nuevos retos que en el momento de su implementación

mediante sus pilares fundamentales deben ser superados, trae cambios en los puestos de trabajo, cambios en la manera de hacer negocios, en la forma de gestionar los datos, en la contratación del personal, en la manera de pensar de las personas, innovación en los procesos y equipos, cambio de revolución industrial. Es posible que debido al miedo a cambiar y romper paradigmas es que todavía esta nueva era digital no se abre camino en las industrias ecuatorianas, ya que recién se está entendiendo la tercera revolución industrial y vuelven a cambiar las reglas de juego (cuarta revolución industrial).

El mundo de los negocios ha cambiado gracias a los avances tecnológicos y la manera de sobrevivir en el mercado es adaptarse al cambio. Las Pymes presentan un gran reto de cara a la Industria 4.0 y es esencial que busque adaptarse a los pilares fundamentales de la cuarta revolución industrial, teniendo como eje central la personalización del producto, la digitalización y el acercamiento con el cliente. Es importante que las empresas sean estas grandes o pequeñas deben tener la visión clara y completa de cómo I 4.0 puede afectar a todos sus clientes, mercados, sector interno – externo y competencia, para decidir qué se quiere ser y qué no. (López & Escudero, 2016)

La hipótesis que se va a defender con esta investigación es que las Pymes con una poca inversión en tecnología, será capaz de ser flexible y competitiva frente a las grandes industrias gracias al uso de las tecnologías habilitantes de la cuarta revolución industrial a

corto plazo. Para lo cual se planteó cumplir con los siguientes objetivos específicos:

1. Establecer la situación actual y la información en el sector industrial de las tendencias tecnológicas acuñadas en la cuarta revolución industrial.
2. Identificar un modelo de adaptabilidad de los pilares fundamentales de la industria 4.0 a la realidad de las Pymes en nuestro país en un corto plazo.
3. Identificar las oportunidades de acceso y adaptabilidad a los avances tecnológicos de la cuarta revolución industrial en las Pymes de nuestro país.

Se pretende alcanzar los objetivos de la investigación mediante una metodología propositiva con el fin de proponer un modelo táctico de Industria 4.0 para las Pymes ecuatorianas. Este modelo será capaz de evaluar que tecnologías se adaptarán primero de mejor manera y a menor costo a la realidad en que viven las Pymes ecuatorianas y partir de esto avanzar hacia la transformación a industrias inteligentes y sobre todo flexibles. Lo que se busca es generar un cambio de la pequeña y mediana empresa nacional.

2. Desarrollo del modelo.

Para el desarrollo del modelo propuesto se ha basado en la bibliografía existente, que en la actualidad coloca a ciertas tecnologías habilitantes de la cuarta revolución industrial y año tras año siguen apareciendo nuevas tecnologías que se van añadiendo al concepto

de Industria 4.0. Tecnologías que se presentan como una serie de herramientas que ayudan a mejorar la productividad, flexibilidad y personalización de los productos y procesos dentro de la industria. Sin embargo, existe una dificultad para la transformación de las Pymes y es que dentro de la Industria 4.0 las tecnologías que son mencionadas se encuentran separadas en un círculo (Ilustración 4) donde no se define una conexión entre ellas y por eso las industrias no conocen una secuencia por donde comenzar la adopción de las tecnologías que garanticen ventaja competitiva a partir de los primeros pasos de implementación.

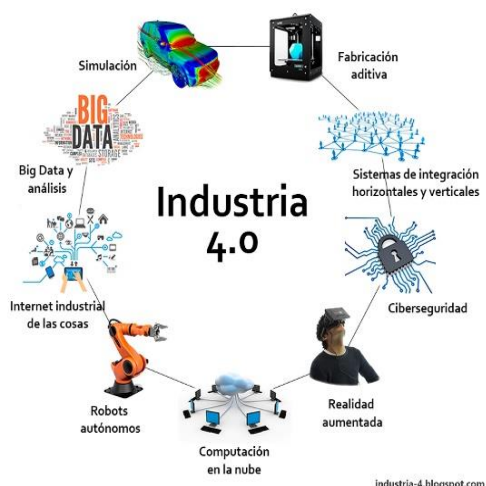


Ilustración 4. Tecnologías habilitantes de la cuarta revolución industrial. Fuente: Saenz García, V. (2015)

En Ecuador algunas de ellas son desconocidas por el empresario principalmente de las Pymes, unas cuantas ya forman parte de la industria, pero no son explotadas de la mejor manera. Adicionalmente, existe un problema dentro del sector industrial ecuatoriano y es el pensamiento erróneo que los pilares tecnológicos de la I 4.0 son excesivamente costosos y se encuentran lejanas a las Pymes debido a que no se dispone de estas tecnologías

en el país o las implementaciones están fuera de alcance por el aspecto económico. Lo que se ha tratado de demostrar con el desarrollo del modelo propuesto es un camino que permita a las Pymes dar el primer paso de transformación a I 4.0, a un bajo costo y que se adapte a la realidad ecuatoriana y no solo como un conjunto aislado de pequeñas implementaciones tecnológicas.

2.1 Catalizador (XaaS).

El modelo presentado trata de estructurar la correlación entre las tecnologías existentes, por lo cual es importante conocer la relación directa o indirecta que tienen entre ellas. De igual manera lo que se ha tratado de determinar con el modelo es el orden de aplicabilidad de las tecnologías dentro de la realidad de las Pymes ecuatoriana. Se presentan tecnologías que pueden ser explotadas por separado o combinadas, generando cambios positivos en la industria, la pronta adaptabilidad en las empresas es lo que definirá su adopción positiva en las Pymes generando sinergia. Si bien se encuentran presentes las tecnologías en Ecuador o a través de la web, para que se dé lugar la transformación de las Pymes a Industria 4.0 es primordial tomar en cuenta primero, un concepto comercial (XaaS) que permite adquirir tecnología a bajo precio y segundo una evolución tecnológica referente a la conectividad (Red 4.5G - 5G), que son básicamente los habilitadores de la I 4.0.

En los últimos años se ha hecho popular un concepto comercial de venta denominado



“XaaS” cualquier cosa como servicio o todo como servicio, es decir que no solo se limita a un software, sino que es aplicable para infraestructura, plataformas digitales y hardware (Iacobucci, 2015). Este concepto de todo como servicio es lo que posibilita acceder a bajo costo a las tecnologías habilitantes de la I 4.0 principalmente en las pequeñas y medianas industrias. Caso contrario sucedería si no hubiese este concepto habilitante, lo que significaría altos costos de implementación de la mayoría de las tecnologías, principalmente las de información y comunicación, debido a que sería necesario comprar hardware, software o pagar licencias anualmente, lo que termina aumentando los costos de adquisición y por lo tanto se vería lejana la cuarta revolución industrial en las Pymes.

Este concepto comercial llega a popularizarse, porque primero se paga solo lo que se utiliza, permitiendo que las Pymes puedan acceder a un sinnúmero de soluciones tecnológicas digitales sin la necesidad de comprarlas totalmente y a un costo bajo por su transaccionalidad. Adicionalmente este nuevo concepto tecnológico es escalable, es decir que si la industria crece y por lo cual necesita modificar o expandir la capacidad de la tecnología lo puede hacer y por lo cual debería pagar un poco más, lo mismo sucede en el caso que la industria decrezca o deje de utilizar dicha tecnología, en este caso se pagará menos debido al desuso del servicio.

En la actualidad existen nuevos modelos de negocios por internet, no necesariamente

relacionadas a la industria 4.0, pero si bajo el concepto de cualquier cosa como servicio, lo que permite acceder a un sinnúmero de tecnologías digitales útiles en las Pymes, a un mínimo costo o de forma gratuita en algunos casos. Dos de estos modelos son el Freemium y Premium. El primero se refiere a recibir el servicio de forma libre en un tiempo de gracia. La función de este modelo es la de formar adeptos, fanáticos o usuarios a la tecnología, generar confianza (empresa-cliente) y que de cierta manera prueben la funcionalidad de dichas tecnologías y en el momento que surja la necesidad de mayores requerimientos terminen pagando (Rojas, Yuste, Vázquez, & Celaya, 2014).

En el modelo Freemium las tecnologías se presentan con ciertas limitantes, por lo general de seguridad y conectividad, sin embargo, en el momento que requieran los usuarios de más funciones se les abre un abanico de paquetes tecnológicos a un mínimo costo. Conociendo las características de las Pymes sin una estructura sofisticada, pocas transacciones, pocos usuarios y bajos recursos, en un principio está bien el uso de este modelo, porque puede iniciar el proceso de transformación adecuando solo ciertas áreas sin recurrir a gastos económicos, con lo cual empieza a automatizar e informatizar la industria al mínimo costo.

El segundo modelo conocido como Premium se rige bajo el principio que un pequeño número de clientes financia a todo el resto, por ejemplo, para las Pymes que son el origen de las grandes industrias, pueden

comenzar como un usuario gratuito, pero a medida que crecen necesitan de tecnologías a la medida, con mayor seguridad, mayor conectividad, mayor accesibilidad, gran cantidad de datos, por lo tanto, terminan pagando por el servicio y forman parte de los clientes Premium. Este sistema garantiza su rentabilidad gracias a las ventas por escalabilidad, es decir mientras más usuarios ingresen a este servicio en el modelo Premium mejores ganancias perciben las empresas desarrolladoras del software y los clientes o usuarios que utiliza este servicio también se benefician ya que pagan una sola cuota básica mensual (Rojas et al., 2014). Esta idea de negocio como servicio es la primicia que permite que las pequeñas y medianas industrias puedan tener “n” tecnologías disponibles siempre a un costo moderado por uso.

En la actualidad es posible encontrar un sinnúmero de oferentes de tecnologías bajo el concepto “XaaS” a nivel mundial, desde gigantes tecnológicos como AMAZON (AWS), MICROSOFT AZURE, GOOGLE, etc. hasta los desarrolladores independientes que prestan el servicio a medida, lo que el cliente necesite. Adicionalmente, se pueden contratar empresas de otros países cercanos que ya han desarrollado este servicio en el sector industrial, pero el mejor aliado para las Pymes ecuatorianas son las telefónicas, que ya se encuentran prestando tecnologías de la cuarta revolución industrial bajo el concepto como servicio. Son paquetes de servicios útiles para la industria que no se limitan a soluciones de llamadas o internet para los teléfonos celulares,

sino que van más allá, con lo cual ayuda a que las Pymes tengan un sinnúmero de tecnologías digitales que permitan mejorar los procesos productivos a un pago económico.

2.2 Red (conectividad).

La industria 4.0 hace referencia a la industria conectada, de ahí parte el segundo principio el de conectividad tanto el entorno interno como externo de una industria, lo que conlleva a pensar a que antes de la transformación a I 4.0 es necesario que se dé la evolución de la red a 4.5G (GigaRed – Ultranet). El año anterior (2018) en Ecuador las telefónicas empiezan a presentar esta evolución tecnológica, abriendo las puertas a un nuevo entorno digital con mayor velocidad de conexión y transmisión de datos. Según la telefónica CLARO en Ecuador, a la fecha solo ciertas ciudades del país son las beneficiadas por la GigaRed, sin embargo, este año se ve prometedor en la evolución de la red a nivel nacional.

La red 4.5G no solo se limitan a conectar celulares sino millones de dispositivos conectados entre sí (M2M). Por el momento las telefónicas no están recargando un costo adicional por el uso de este avance tecnológico, pero existe varios factores que influyen en el uso de la GigaRed, por ejemplo, el dispositivo a conectar debe ser compatible con la nueva red y estar ubicado en el lugar de cobertura. Nuevas empresas surgen para hacer frente a esta necesidad y ofrecen paquetes de conectividad empresarial a través de la red banda ancha inalámbrica con tecnología 4.5G, sin la



necesidad de hacer gastos considerables en la infraestructura, basta con utilizar el mismo modem en ciertas ocasiones, donde el costo beneficio es el óptimo para impulsar los planes de negocio digitales en especial de las Pymes, lo afirma Patricio Zorrilla director de Ultravisión empresa líder en conectividad 4.5G a nivel internacional, en conjunto con Nokia Networks.

Bajo estos dos principios (cualquier cosa como servicio y tener mayor conectividad) vemos que las oportunidades de acceso y adaptabilidad a los pilares fundamentales de la cuarta revolución industrial por parte de las Pymes son una realidad en el país. Al tener XaaS disponible en Ecuador y a un bajo costo, se convierte en el catalizador o medio para el uso de elementos de la Industria 4.0 dentro de las Pymes principalmente. Al poder contar con la evolución de la red podemos conectar diferentes sectores de la industria y obtener datos a grandes velocidades para la toma de buenas decisiones en tiempo real. Si a estos dos principios le sumamos la disminución del costo de las tecnologías habilitantes de la cuarta revolución industrial en la actualidad y al corto tiempo de salida de nuevas tecnologías (reducción del tiempo de lanzamiento de nueva tecnología que reemplaza a la anterior) podemos llegar a la conclusión que es posible la transformación de las Pymes a Industria 4.0.

2.3 Integración de herramientas.

La realidad es que a partir de inicios de siglo XXI se masifica el uso de la tecnología en el

sector industrial, desde 2010 en adelante países desarrollados empiezan a integrar estos avances tecnológicos en las Pymes y todo se debe a que tecnologías que costaban miles de dólares al inicio, ahora cuestan hasta 20 veces menos (reducción de los costos), son tecnologías flexibles que se adaptan a cualquier tipo de industria y se convierten en multifuncionales con solo actualizaciones del software a diferencia de las primeras tecnologías que realizaban una sola función. Un claro ejemplo son las impresoras 3D, al salir al mercado los precios sobrepasaban los 50 mil dólares y en un solo material de impresión, hoy en día se encuentran impresoras de este tipo desde mil dólares y con una amplia gama de materiales de impresión.

Son tecnologías que aparecieron muchos años atrás y en ese momento el costo era muy elevado por lo cual la mayoría de empresarios se limitaban en adquirir dichos avances tecnológicos para sus industrias y se quedaban con la percepción de que la tecnología es muy costosa. Muchos gerentes en especial de las Pymes siguen teniendo esa idea, de que es necesario gastar miles de dólares para implementar nuevas tecnologías, pero la realidad es otra, por eso es factible realizar un modelo táctico de implementación de las tecnologías acuñadas en la cuarta revolución industrial en las Pymes según las condiciones del Ecuador. La intención es mostrar que las herramientas tecnológicas no son aisladas, el mismo hecho de no ser aisladas significa que se podría encontrar un orden, efectivamente ese orden y conexión es el modelo propuesto.

Bajo este rubro se ha podido clasificar a los pilares fundamentales de la cuarta revolución industrial en 3 segmentos como lo muestra la Ilustración 5. Al primer segmento se le ha denominado como tecnologías de conexión donde se encuentran dos tecnologías, el Cloud Computing (la nube) y la Ciberseguridad. El segundo segmento también conocido como las tecnologías de interacción donde se encuentra el Internet de las cosas (IoT), Simulación – Realidad Aumentada, Big Data y las

Plataformas B2B – B2C. El último segmento también nombrado como tecnologías emergentes donde se encuentran la Fabricación Aditiva y la Robótica Colaborativa.

Para que estas tecnologías se hagan accesibles en las Pymes, se utilizó un concepto comercial XaaS “cualquier cosa como servicio” que encierra a todas las tecnologías y que tiene que ver con un ahorro monetario en la adquisición de software como servicio (SaaS), hardware como servicio (HaaS), plataformas

RED DE ADAPTABILIDAD DE LOS PILARES FUNDAMENTALES DE I4.0

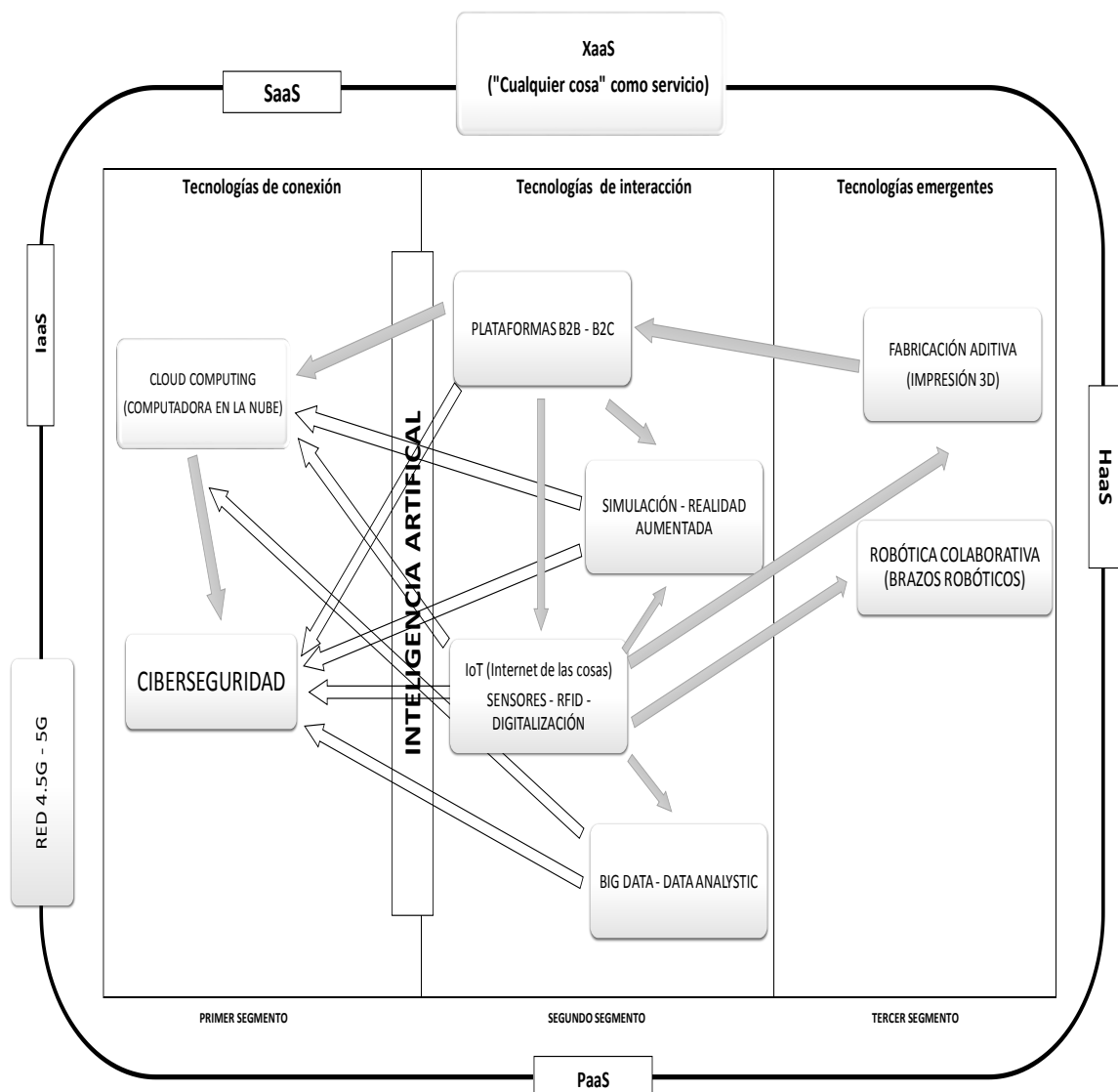


Ilustración 5. Modelo de la red de adaptabilidad de los pilares fundamentales de la industria 4.0. Fuente: elaboración propia.

como servicio (PaaS) e infraestructura como servicio (IaaS), adicionalmente se utiliza un avance tecnológico necesario que tiene que ver con la conectividad y la velocidad de transmisión de datos en tiempo real como lo es la Red 4.5G o 5G, que al igual que el XaaS rodea a todas las tecnologías.

2.4 Primer segmento.

El primer segmento hace referencia a las tecnologías de conexión, efectivamente son tendencias tecnológicas que satisfacen las necesidades de conectividad, seguridad, almacenamiento, acceso y disponibilidad de las tecnologías del segmento principal (tecnologías de interacción), por tal motivo desde el primer momento que se piense en transformación a I 4.0, es necesario considerar la nube (cloud) y la ciberseguridad. Este segmento del modelo se caracteriza por presentar varios principios relacionados con las tecnologías de conexión (Ilustración 6), por ejemplo, para el cloud existe principios como: el de disponibilidad 24/7, el de accesibilidad desde cualquier dispositivo y el de almacenamiento. Al partir del principio de accesibilidad podemos darnos cuenta que existe un aumento en el número de dispositivos que pueden acceder a la nube, ya que no solo se limita a la conexión a través de una computadora, se puede conectar desde laptops, tablets, netbooks y celulares inteligentes. Por otro lado, existe el incremento de aplicaciones, programas, softwares, etc., compatibles a la nube lo que la hace más vulnerable al contagio de virus o malware malicioso que pueden afectar el buen funcionamiento de una empresa

conectada a la web. Estos dos incrementos (dispositivos y el de aplicaciones) hace que surja el principio de seguridad y confiabilidad relacionada con la tecnología de la ciberseguridad.

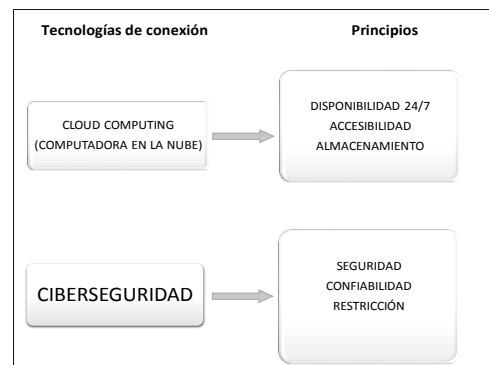


Ilustración 6. Principios del segmento de tecnologías de conexión. Fuente: elaboración propia.

El primer principio es el de disponibilidad 24/7 a través de la nube (cloud computing), lo que significa tener disponible la información o los datos de una industria en cualquier momento del día (24 horas al día) y cualquier día de la semana. Al disponer de la información en línea permite tomar decisiones a cualquier hora, cuando se requiera, sin limitarse a solo hacerlo cuando se está en la industria o en jornadas de trabajo.

El segundo principio del cloud computing es el de accesibilidad, hoy en día “n” dispositivos tecnológicos con conexión a internet pueden acceder a la nube, desde computadoras portátiles hasta celulares inteligentes. Hay que tener en cuenta que el acceso también se debe limitar, no todo el personal tendrá acceso a todo en la industria, por eso surge la necesidad de tener cuentas con sus respectivas claves para que los usuarios



puedan acceder solo a cierta información con les compete de su respectiva área de trabajo.

El principio de almacenamiento del cloud tiene que ver con la cantidad de información que puedo tener en línea dentro de la nube. En la actualidad la única limitante que puede tener el almacenamiento en el cloud es el costo, mientras más cantidad de información se desea tener en la nube más cuesta su almacenamiento. Sin embargo, para la cantidad de información que necesitan almacenar las Pymes en la nube hay tarifas totalmente económicas accesibles para este tipo de industrias.

En Ecuador existen diferentes empresas que prestan este servicio como: HP Cloud Ecuador, NEXSYS CLOUD, EIKON S.A., LEVEL 3 CLOUD, DOS, CORESOLUTIONS S.A. y las telefónicas vigentes en nuestro país. Muchas empresas ecuatorianas prefieren utilizar las plataformas de Cloud de gigantes tecnológicos a nivel mundial como AMAZON (AWS), GOOGLE CLOUD, MICROSOFT AZURE, IBM CLOUD, entre otros, debido a su precio, confiabilidad y seguridad. Cada una de estas empresas ofrecen un sinnúmero de aplicaciones o herramientas digitales que ayudan a optimizar los procesos productivos y permiten ser competitivas a las pequeñas industrias, su costo dependerá del tiempo de uso en el mes, del número de aplicaciones, el número de transacciones, del tipo de softwares, infraestructura y plataforma digital de la nube.

El éxito de adopción del cloud computing dentro de las Pymes radica en el pago como

servicio, lo que permite tener un sinnúmero de softwares a bajo costo. Ciertas empresas ofrecen el servicio de la nube a un costo fijo que se paga anualmente, por lo general hace referencia al precio de inscripción, sumado un costo variable que se paga mensualmente por la transaccionalidad y/o uso. Otra característica del cloud es la escalabilidad que permite esta tecnología, a menudo que crece la industria la nube adquiere nuevos softwares y permite el ingreso de nuevos usuarios sin dificultad, lo que hace que sea una tecnología flexible y adaptable a cualquier entorno industrial.

Si bien la nube permite la accesibilidad desde n fuentes de entrada conectados a la web, esto conlleva al principio de seguridad y confiabilidad. La ciberseguridad permite o restringe el acceso a los servidores virtuales garantizando entornos digitales seguros. La ciberseguridad se presenta como la tecnología que más retrasa la transformación a la nueva era digital, debido a los constantes ciberataques que a nivel mundial las empresas reciben. En el blanco de los ciberataques no solo se encuentran empresas grandes o pequeñas, sino que abarca a estados, sector doméstico y hasta individuos que se encuentran vulnerables en la web. Las cosas no están claras en relación a la ciberseguridad lo que crea un miedo e incertidumbre a la nueva era digital por parte de los empresarios que no se sienten seguros emigrar sus industrias a la nube, y ese miedo es lo que no permite la popularización de la I 4.0 en nuestro país.



Adicionalmente está el pensamiento erróneo de los empresarios de las Pymes, piensan que al ser una pequeña industria nunca sufrirán de este tipo de delitos cibernéticos, pero la realidad es otra, las Pymes se han convertido en un blanco fácil por su poca o nula inversión en ciberseguridad. Un primer paso en Ecuador para la transformación digital de forma segura, es cambiar precisamente el pensamiento de los dueños de las pequeñas y medianas empresas, porque por más pequeña que sea la industria siempre generan datos (información de sus clientes, procesos, empleados, equipos, productos, know how, etc.) y esos datos pueden ser utilizados sin autorización por terceros.

A nivel regional, empresas de países como Brasil, México y Colombia han sido puestos a prueba su gestión en ciberseguridad con constantes ataques cibernéticos en los últimos años debido a su crecimiento industrial. Según la OEA (Organización de Estados Americanos) un 92 % de entidades bancarias a nivel regional han sufrido incidentes cibernéticos en el año 2018, desde instalación de códigos maliciosos hasta suplantación de identidad para tener acceso al banco (Organización de los Estados Americanos, 2018). Si se habla a nivel nacional vemos que empresas públicas y privadas, portales informáticos, las mismas páginas web de la presidencia de la república han sido vulneradas, lo que pone en evidencia el miedo de las Pymes hacia la cuarta revolución industrial basada en el uso de la web. En el ámbito local (Cuenca), un caso que sonó los últimos meses del año pasado (2018) fue lo sucedido en la empresa municipal ETAPA EP,

proveedor del servicio de internet que fue víctima de delincuentes cibernéticos que lograron desconfigurar los módems de la marca TPLink y dejó sin servicio a miles de usuarios de Internet en Cuenca, creando malestar en los clientes y pérdida de dinero para la empresa.

Ecuador, un país en desarrollo se presenta como un blanco fácil para los ciberataques, pero no todo está perdido para el país, desde mediados del 2018 se decide crear un subsistema de ciberseguridad dentro del proyecto de ley Orgánica de Seguridad Integral con el objetivo de garantizar la ciberseguridad en el estado. Adicionalmente, en octubre del mismo año se crea la Asociación Ecuatoriana de Ciberseguridad (AECI) que tiene como objetivo principal apoyar al desarrollo de las capacidades de seguridad de la información, ciberseguridad y ciberdefensa en la sociedad de la información del Ecuador y la Región, lo afirma Gabriel Llumiquinga presidente de AECI. Hay que tener algo en cuenta, mientras la ciberseguridad no se afiance o no genere confianza entre los usuarios, la Industria 4.0 seguirá estancada en el país y no se verá un avance en las industrias.

Para las empresas que han decidido emigrar a la nube se encuentran varios oferentes de este servicio, encontramos a los mismos gigantes tecnológicos como IBM, MICROSOFT AZURE, AWS, GOOGLE CLOUD, etc., que ofrecen la ciberseguridad como un servicio dentro de la nube, permitiendo que las Pymes garanticen la seguridad de la información con la que se



manejan estas empresas. Las Pymes cuentan con dos opciones en materia de ciberseguridad. Una opción es la adquisición de hardware (dispositivos independientes) como un router o firewall, la otra opción es contratar como un software dentro de la nube, como la herramienta DLP (Data Loss Prevention) y los comunes antivirus. La mayoría de partners entendidos en la materia de ciberseguridad como la empresa CISCO, comparten que no es suficiente aplicar por separado una de las opciones, es mejor complementar el hardware con el software para mejorar el sistema de seguridad en las Pymes. Empresas como AMAZON (AWS), MICROSOFT AZURE y CISCO ya presentan soluciones con infraestructura física y digital para pequeñas y medianas empresas con paquetes económicos o incluidos dentro del Cloud computing.

2.5 Segundo segmento.

El segundo segmento del modelo propuesto hace referencia a las tecnologías de interacción, denominadas de esa manera porque son aquellas que permiten interactuar a la industria con los stakeholders en todos sus niveles, tanto con su entorno interno como empleados de las diferentes áreas, gerentes o propietarios y con su entorno externo como clientes, proveedores, sociedad o gobierno. Dentro de este segmento encontramos al IoT (internet de las cosas) y las plataformas B2B - B2C como las tecnologías encargadas de receptar una gran cantidad de datos, el Big Data que se encarga de analizar los datos y la Simulación – Realidad Aumentada como la tecnología encargada de mejorar las

experiencias del cliente. Las 4 tecnologías del segmento de interacción necesariamente deben relacionarse con las tecnologías del primer segmento (tecnologías de conexión).

El internet de las cosas permite una comunicación directa máquina – máquina (M2M), máquina – hombre (M2P) y hombre – hombre (P2P), con lo cual se garantiza toma de decisiones en tiempo real, mejoramiento de la calidad, buena trazabilidad del producto, mantenimiento predictivo, la digitalización de datos y la automatización de los procesos. Uno de los problemas más grandes dentro de cualquier industria y en especial las Pymes, es justamente la mala comunicación que existe entre el personal y más aún con los clientes, lo que conlleva a tomar malas decisiones. Departamentos trabajando por separado, clientes incomunicados, máquinas sin conexión, un sistema que cuenta con datos no reales, son síntomas comunes que algo anda mal en la industria, lo cual significa un despilfarro de los recursos e insatisfacción de los clientes.

Que sucede cuando damos el poder de comunicar a una máquina, a una bodega o un área, efectivamente estas cosas empiezan a generar datos de las condiciones del lugar, de las partes de las máquinas, de los inventarios de las bodegas y estos datos al final se convierten en información vital para la toma de decisiones. La comunicación máquina – máquina a través del IoT permite que las industrias puedan mantener una visibilidad de su inventario en tiempo real gracias a los sensores en los estantes



o palets, optimización de la energía con la ayuda de sensores de movimiento o ambientales (luz, temperatura), ayuda a la supervisión de activos de forma remota (conexión de sensor-actuador - red IP), mantenimiento predictivo con sensores conectados en las máquinas, producción flexible gracias a la conectividad de sensores al ERP.

Los beneficios que se pueden dar en las Pymes gracias a la comunicación M2P que permite el IoT se basan en una conexión directa entre máquinas y las personas. Los sensores se encargan de enviar datos y las personas de tomar decisiones en base a esos datos. Por lo general las Pymes cuentan con espacios reducidos en sus bodegas y con exceso o faltante de productos en ellas debido a un manejo de inventario ineficiente, gracias al IoT mediante cámaras o sensores en las bodegas se puede generar un correcto manejo de inventarios y una comunicación directa entre la bodega y el proveedor (M2P) para el abastecimiento óptimo de los productos que se necesita. El IoT permite tener la cadena de suministros en tiempo real. Las tarjetas RFID permite la trazabilidad de la materia prima a lo largo de la producción, garantizando la calidad y la procedencia de cada producto. La comunicación es indispensable, las industrias buscan conectar con sus clientes, generar confiabilidad en el momento de la entrega de los productos. Efectivamente la comunicación M2P permite conectar la flota de distribución con los clientes para saber el lugar exacto donde se encuentran los productos y en las

condiciones que son transportados en tiempo real.

Mejorar la comunicación entre personas (P2P) dentro de la industria siempre ha sido un reto, el IoT permite tener voz, video y datos, con lo cual conecta departamentos o mejor aún clientes, además permite la colaboración en línea a través de video conferencias. El internet de las cosas permite conectar al personal de la empresa con los clientes de forma directa, dándole una atención personalizada. La comunicación P2P en el desarrollo de nuevos productos permite mantener una colaboración continua entre el personal de diferentes áreas y mejor aún, puede existir una comunicación abierta con los clientes para receptar las características que prefieren en los nuevos productos.

El internet de las cosas es posible en las Pymes ecuatorianas debido a la reducción de los costos de los dispositivos y el software que permite la comunicación de máquinas, personas y procesos. Industrias reconocidas a nivel mundial como Bosch Rexroth y Siemens, ya presentes en Ecuador, apuestan a la digitalización por medio del IoT y el SaaS, a través de pequeños multi-sensores conectados a internet mediante un software en la nube donde se puede visualizar los KPIs (key performance indicator) para la toma de decisiones en tiempo real, a costos bajos, accesibles para las pequeñas y medianas industrias. En los próximos años se prevé una demanda excesiva de especialistas en IoT, la consultora G2 advierte que el internet de las cosas es una



tendencia que moverá billones de dólares a nivel mundial.

Los países líderes en esta tecnología son Corea, Dinamarca, Suiza, USA y Holanda. Países emergentes como el Ecuador deben tomar ejemplos de industrias de estas naciones.

Una segunda tecnología que permite mantener una comunicación directa en especial con clientes, proveedores u otras empresas, que está en estrecha relación con la comunicación P2P del IoT, es precisamente las plataformas B2B (Business to Business) y B2C (Business to Consumer), que son las encargadas de dar interactividad y mejorar la comunicación para la captación de pedidos que posteriormente servirán como ordenes de producción dentro del proceso.

Las plataformas B2B y B2C son parte del cloud y corresponden a las plataformas como servicio (PaaS). La necesidad de estar conectado cada vez más con clientes y proveedores ha llevado a evolucionar esta tecnología dentro de la I 4.0. En un mundo cada vez más globalizado, la rapidez con la que se satisface a los clientes o consumidores será lo que marque la diferencia, con consumidores nativos en internet es necesario para las Pymes contar con presencia en la web. Las plataformas B2B y B2C ayudan a tener una comunicación abierta y personalizada, con otras empresas afines al negocio y con el cliente final del producto respectivamente.

Al tener dos tecnologías (IoT y las plataformas B2B - B2C) como captadores de información, surge una cantidad excesiva de datos que pueden ser estructurados (formato específico) o no estructurados (formato no específico), como consecuencia existe la necesidad de analizar gran cantidad de datos y convertirlos en información valiosa, por ello el Big Data es la tecnología de la Industria 4.0 que complementa a las dos primeras tecnologías del segundo segmento. La cuarta revolución industrial también implica la revolución de los datos debido al eventual crecimiento día a día de las conexiones de dispositivos y seres humanos a la web (Malvicino & Yoguel, 2015). En las industrias es inevitable no pensar en una solución de Big Data. Millones de clientes conectados con sus dispositivos móviles, compartiendo preferencias, enviando y recibiendo datos, intercambiando opiniones, buscando productos o servicios. Por otro lado, miles de dispositivos intercambiando constantemente datos del producto, el proceso, materia prima, clientes, producto en proceso, bodegas, empleados, etc. han permitido evolucionar los sistemas tradicionales de análisis de datos.

Según *itop Tecnología y Negocio* empresa líder en soluciones Big Data en Europa, hay que tener en cuenta que, de todos los datos generados en las industrias, solo el 20% representa a datos estructurados como nombres de clientes, números telefónicos, etc. y el 80% representa a los datos no estructurados como imágenes y videos. Sin embargo, hasta ahora en la mayoría de las industrias solo ha habido una



gestión por los datos estructurados y peor aún en las Pymes no existe un tratamiento ni de esos datos. El éxito del IoT y las plataformas B2B - B2C no solo radica en la recolección de un sinnúmero de datos, más bien está enfocado al análisis y gestión de los datos, con lo cual se pueda obtener patrones que ayuden a mejorar la productividad y tomar mejores decisiones. Es una pérdida de recursos el no saber analizar los datos dentro de las industrias.

El primer reto para las Pymes es saber aprovechar al máximo los datos estructurados con los que cuenta y de ahí partir a incluir datos no estructurados. La mayoría de industrias gracias a su parte contable cuentan con bases de datos de diferentes índoles como clientes, procesos, materia prima, productos o servicios, que gracias al análisis de datos se pueden clasificar y gestionar esta información para la toma de decisiones de acuerdo a las necesidades, sin embargo, la mayoría de pequeñas y medianas industrias ecuatorianas poco o nada hacen en gestión de esos datos, dejando de lado información esencial y vital.

Por otro lado, que sucede cuando una imagen dice más que mil palabras, es decir puede generar gran cantidad de información que antes no se podían identificar, y sin embargo las pymes no han podido dar una adecuada gestión. Hoy en día al vivir en un mundo tan globalizado las pymes empiezan apuntar al comercio electrónico gracias a la evolución de las redes sociales principalmente, al explorar un nuevo mercado poco conocido se encuentran con una gran cantidad de datos no

estructurados como millones de imágenes, videos, audios, etc. de clientes que son compartidos en la web y que gracias a la evolución del Big Data ahora pueden ser analizados y generar información valiosa para la toma de decisiones dentro de las industrias. Las Pymes al contar con el Big Data deben saber entender que refleja los datos no estructurados, saber interpretar y sacar el mayor provecho posible, para poder ser competitiva con esa información.

Grandes empresas en TI (Tecnologías de la información) como AWS, MICROSOFT AZURE, IBM CLOUD y CISCO SYSTEMS ya prestan servicios de aplicaciones de Big Data para industrias incluidas en el paquete del Cloud. Son poderosas herramientas en el momento de tomar decisiones a través del análisis correcto de datos. El Big Data al estar incluido como un software dentro del cloud, su costo es bajo en comparación a los beneficios que otorga, por lo general se encuentran estrechamente relacionados con los softwares de IoT, ya que son los que permiten la recolección de los datos de distintos equipos, procesos y personas.

En la última opción tecnológica dentro de este segmento podemos encontrar una tecnología de la I 4.0 que no ha tenido una gran acogida en las industrias ecuatorianas debido al desconocimiento de los beneficios que prestan en los diferentes sectores industriales. La realidad aumentada-simulación parte del mundo real donde se pueden añadir características virtuales, son tecnologías dentro

del segmento principal que se encargan de mejorar la experiencia de los clientes. Esta tecnología tiene un valor accesible para las Pymes en Ecuador, o a su vez se puede adquirir dentro del paquete de la nube y pagar mensualmente solo cuando lo utilice.

Una de las características que deben buscar las Pymes en la actualidad es darse a conocer como industria y lo puede hacer con la generación de confianza entre la industria y el cliente mediante la compra del producto o servicio, esa característica se lo puede adquirir hoy en día con la realidad aumentada que gracias a un código QR impreso en el producto el cliente puede revisar información de la industria, procedencia de las materias primas y el desarrollo del producto, generando de esta manera la confianza del cliente hacia el consumo del producto o servicio. Al vivir en una sociedad en donde cualquier cosa se pueden viralizar a través de las redes sociales, las Pymes, gracias a la realidad aumentada pueden darse a conocer y que su información se difunda rápidamente generando competitividad frente a las grandes industrias. Un ejemplo reciente del uso de esta tecnología en Ecuador es de la cadena de hipermercados MEGAMAXI que en su último catálogo “LO MÁXIMO” el cliente podrá visualizar los productos en realidad aumentada desde su celular o tablet, mejorando la experiencia de compra de los clientes.

2.6 Tercer segmento.

El tercer segmento del modelo hace referencia a las tecnologías emergentes, que de cierta

manera no afectan directamente al funcionamiento de las tecnologías de los otros segmentos pero que sin embargo una combinación con ellas genera grandes cambios positivos en las Pymes. Son tecnologías que ayudan en la personalización del proceso y el producto. La fabricación aditiva y la robótica afectan directamente a la manufactura dentro de las industrias. La implementación de estas dos tecnologías logra disminuir los tiempos de desarrollo de productos, personalización en un corto tiempo, gran automatización de las operaciones, mejoramiento de la calidad de las operaciones y los productos.

La fabricación aditiva o impresión 3D está teniendo una buena acogida a nivel industrial, principalmente por la reducción de su costo. Las impresoras 3D en el momento de su aparición representaban un alto costo de inversión para las Pymes, hoy en día su precio se ha reducido hasta 50 veces, incluyendo el costo de los materiales de impresión, generando oportunidades de adquisición para las Pymes. Un punto a favor de esta tecnología emergente es que hoy en día en Ecuador ya no es necesario comprar la impresora 3D, sino que gracias al concepto de hardware como servicio (HaaS) se puede alquilar el servicio de impresión 3D, con lo cual las Pymes obtiene los beneficios de la fabricación aditiva a un mínimo costo, como es el caso de MARQUER GROUP una empresa presente en las principales ciudades de Ecuador que presta este servicio de impresión. Además, esta tecnología está permitiendo el ahorro en el proceso de diseño de productos o matricería y producción personalizada, lo que ha ocasionado



que más industrias la utilicen para la creación de prototipos o para producir componentes individuales.

Una de las ventajas que presenta esta tecnología y podría ser de mucha relevancia, es la capacidad para producir productos personalizados por los clientes, en corto tiempo, a bajo costo, sin importar la complejidad del mismo y las Pymes normalmente son industrias a pedido por lo tanto la personalización es el ADN inherente a las Pymes. Atrás quedo la fabricación en grandes lotes (fabricación en masa), hoy en día el cliente busca la personalización de sus productos y para lo cual las Pymes deben cambiar sus modelos de producción y transformarse a la fabricación flexible y a demanda también conocida como personalización en masa.

Para las Pymes del país, la impresión 3D representa la eliminación de problemas relacionados a la matricería y modelado principalmente. Se genera un ahorro en la contratación de especialistas en matricería manteniendo la calidad de los moldes para la fabricación de nuevos productos. Ya no es necesario contar con un artista especialista que haga las pruebas, maneje los negativos, que en ciertas ocasiones genera rupturas de la producción por tensión en las piezas. Ciertos sectores industriales que utilizan moldes o prototipos presentan cierta ventaja frente a los demás, por ejemplo, el sector de cerámica o vajilla la impresión 3D ayuda a la generación de nuevos modelos y garantiza una producción en serie de productos personalizados, abaratando

costes de fabricación y satisfaciendo las necesidades de formas y figuras solicitadas por el cliente. El sector de piezas en plástico es el que más beneficio presenta ya que no solo se utiliza para hacer el molde, sino que fabrica la pieza de forma directa.

En los próximos años se verá un incremento en la demanda de diseñadores en programas 3D en el sector industrial y personal conocedor sobre el tema, sin embargo, los nuevos avances tecnológicos han permitido sacar impresoras de fácil manejo y en la web se puede encontrar miles de diseños 3D gratuitos listos para su impresión, como tal es el caso en las páginas web de **cults3d.com** y **grabcad.com**, se encuentran diseños 3D con una alta gama de productos desde joyas hasta piezas robóticas, con lo cual no es necesario tener un especialista en diseño e impresión 3D dentro de las pequeñas y medianas industrias.

Las Pymes ecuatorianas tienen dos opciones de adopción de la impresión 3d como una tecnología factible y accesible de la I 4.0, debido a ser técnicas de impresión de bajo costo. Aquellos sectores que utilizan prototipos, moldes y matricería como industrias de cerámica, plástico, zapaterías verán a la técnica de impresión FDM (extracción por filamento) la mejor aliada debido a la flexibilidad en la producción que presenta. Para industrias que requieran de la creación de la pieza total por ejemplo sectores como el odontológico, juguetería, moda, joyería, las técnicas SLS (estereolitografía) o DLP son las más elegidas



debido a los perfectos acabados que presenta el producto final.

Hay que ver con ojos positivos y optimistas a la impresión 3D en el país ya que en los últimos años algunas empresas han empezado a importar esta tecnología para su comercialización, mejor aún industrias y universidades han empezado a desarrollar y construir esta tecnología, como es el caso de la Universidad de las Fuerzas Armadas (ESPE) que cuenta con laboratorios para la fabricación de este tipo de impresoras, generando así un futuro muy favorable para la adopción de este pilar fundamental dentro de las Pymes. Como se puede ver es una nueva tecnología que aparece el año 2017 como un pilar fundamental dentro de la I 4.0 y pese a su corto tiempo, tiene mucha expectativa su adopción en las industrias a corto plazo.

Por último, en este segmento se encuentra la robótica colaborativa, una tecnología que ha visto retrasada su adopción en las distintas Pymes ecuatorianas debido al poco desarrollo tecnológico que se ha tenido en este ámbito a nivel nacional, sin embargo, en la actualidad la reducción de los costes de los sensores y los robots industriales ha permitido tener una aceptación prometedora en las industrias. Los robots autónomos que lideren la adopción en las Pymes ecuatorianas serán aquellos que se limiten a operaciones repetitivas y básicas, de simple programación y bajo costo. En la actualidad el mercado asiático liderado por países como Japón y China sacan al mercado robots simples y económicos, con ciertas

limitaciones de movimiento, pero muy funcionales para la industria ecuatoriana.

Un punto de partida para las Pymes puede ser la adopción de brazos robóticos con diferente funcionalidad en uno de sus extremos. Un robot de estas características puede trabajar en conjunto con el trabajador o puede reemplazar al personal en una actividad repetitiva, con lo cual el ROI (Retorno de la inversión) se reduce a un máximo de 1,5 año. Un punto a favor de los robots es que no necesitan descansar entre jornada ya que fueron diseñados para trabajar 24/7, no ganan horas extras y no requieren de una constante supervisión, solo es necesario una correcta programación.

Uno de los sectores industriales en el país que puede sacar mayor provecho de los brazos robóticos es el sector industrial mueblero, ya que las actividades de pulido, abrillantado y lijado (actividades repetitivas) pasan a ser tareas de robots, garantizando buenos acabados sin importar la complejidad. En los diferentes sectores donde se requiere actividades de pintado este tipo de brazo robótico puede ser la solución, disminuyendo el tiempo de proceso y mejorando la calidad. Para el sector metalmecánico donde se utiliza soldaduras, simples brazos robóticos están siendo acogidos en sus procesos. En las industrias de ensamble de pequeñas piezas, los robots formados por un solo brazo y pinzas en uno de los extremos sirven para el transporte de piezas pequeñas hacia el puesto de trabajo. Una de las ventajas que presentan este tipo de robots es la



disminución de posibles enfermedades en los operarios causadas por extensas jornadas de trabajo y movimientos repetitivos.

Para las industrias ecuatorianas es una oportunidad de crecimiento en el ámbito de la robótica y nuevas tecnologías. Si bien a nivel mundial se ha visto crecimiento en el desarrollo de innovadoras tecnologías, nuestra región está retrasada en este ámbito, solo en los últimos años se ha visto interés por parte de gobiernos y en su mayoría por industrias privadas al desarrollo de la robótica autónoma.

2.7 Identificación de oportunidades.

En el modelo propuesto vemos que la I 4.0 se da en las Pymes debido al concepto comercial XaaS (cualquier como servicio) que actúa como el catalizador que engloba a las demás tecnologías permitiendo adquirir a bajo costo. El XaaS permite obtener softwares útiles en las industrias desde 2,00 USD en adelante y pagarlo mensualmente por su uso, por ejemplo, adquirir el paquete completo de Microsoft Office 365 a tan solo 5,00 USD mensuales en una telefónica del país. Mejor aún grandes empresas tecnológicas a nivel mundial ofertan softwares de forma gratuita por un tiempo limitado, con lo cual las Pymes pueden aprovechar esta oportunidad para dar el primer paso de transformación.

La conectividad a través de la Red 4.5G – 5G también engloba a las demás tecnologías en el modelo propuesto debido a que permite que la industria se mantenga conectada en todo

momento. El costo de la conectividad con la red 4.5G o 5G en el país no está definido del todo porque recién se encuentra en desarrollo. Por ejemplo, la telefónica CLARO ya ofrece la red 4.5G para ciertos dispositivos en las principales ciudades del Ecuador sin un costo adicional. La conectividad de forma interna en la industria se paga normal como el servicio de internet, empresas que dan este servicio presentan planes de conectividad de banda ancha inalámbrica con características cercanas a la red 4.5G desde los 45,00 USD mensuales permitiendo mantener conectada a las Pymes.

La transformación de las Pymes a Industria 4.0 parte de las necesidades de conexión, almacenamiento y seguridad que precisamente hace referencia a las tecnologías del primer segmento. Tanto la nube como la ciberseguridad son adquiridas bajo el concepto de “como servicio”, lo que permite a las Pymes contratar estas dos tecnologías a un bajo precio y pagar solo lo que se utiliza. Grandes industrias a nivel mundial permiten adquirir la nube desde sus páginas web sin la necesidad de que un técnico especialista de la empresa prestadora del servicio esté presente.

Las Pymes ecuatorianas hoy en día cuentan con una ayuda importante por parte de las empresas líderes a nivel mundial en el servicio de la nube, puesto que están ofreciendo de forma gratuita, tal es el caso de AWS (Ilustración 7) que tiene tres tipos de ofertas gratuitas: gratis por siempre, 12 meses de uso y por pruebas, de igual manera ofrece IBM su plan Lite (Gratis) sin límite de tiempo, 256 MB



de memoria Cloud Foundry (www.ibm.com/cloud/pricing), por otro lado GOOGLE lanza su nivel gratuito Google Cloud Platform con 300,00 USD de crédito para utilizar cualquier de sus productos y con algunas soluciones totalmente gratuitas (www.cloud.google.com/free/). Se trata de nubes básicas pero funcionales de acuerdo a las características de una pequeña industria, que tienen cierta limitación en la cantidad de almacenamiento, número de transacciones y número de usuario. Con este servicio de forma gratuita las Pymes pueden empezar dando un gran paso hacia la transformación a I 4.0.



Tipos de ofertas

Explora los más de 50 productos y comienza a crear en AWS utilizando la capa gratuita. Hay tres tipos diferentes de ofertas gratuitas disponibles según el producto utilizado. Ve a continuación los detalles de cada producto.



Ilustración 7. Tipos de oferta de nube gratuita en AWS. Fuente: AWS

Las industrias locales como HP Cloud Ecuador, NEXSYS CLOUD, EIKON S.A., LEVEL 3 CLOUD, DOS, CORESOLUTIONS S.A. y las telefónicas vigentes en el país ofrecen la nube en planes básicos desde 60,00 USD para un servidor virtual, como tal es el caso en telefónica CLARO que en su página web (www.clarocloud.com.ec) muestra las ofertas de servicio de la nube (*Ilustración 8*) y con sus diferentes características (*Ilustración 9*). No se va a tener un costo fijo para todas las Pymes por eso es importante saber que se desea emigrar a la nube antes de elegir el tipo de cloud, en cuanto más necesidades sigan surgiendo se

necesita de mayor capacidad de almacenamiento, un mejor procesador para las aplicaciones, mayor número de softwares, mayor número de transacciones, más usuarios. En promedio el costo de la nube que cumpla con características propias de las Pymes supera los 150,00 USD/mensuales, ya sea que se contrate con una empresa extranjera o empresas nacionales.



Ilustración 8. Planes de Cloud (servidores virtuales) de CLARO CLOUD. Fuente: Claro Cloud

Características	Básico	Medio	Avanzado
Sistema Operativo	Windows 2008 R2 Enterprise	Windows 2008 SQL Web Edition	Windows 2008 R2 SQL Estándar
Precio	\$59,36	\$104,16	\$106,40
vCPU	1	2	2
Memoria RAM (GB)	1	2	2
Disco Duro (GB por mes)	50	50	50
GB de transferencia entrante	Ilimitado	Ilimitado	Ilimitado
GB de transferencia saliente	2000 GB por mes	2000 GB por mes	2000 GB por mes
Firewall perimetral	✓	✓	✓
Respaldo (Snapshot)	✓	✓	✓
IP Homologada	✓	✓	✓
Aplicaciones	MS IIS	MS SQL Web Edition	MS SQL Server Standard
Panel de control	OK	✓	✓
Soporte técnico	7x24x365	7x24x365	7x24x365
Soporte técnico especializado para atender sus solicitudes	-	-	-

Ilustración 9. Características de los planes de Cloud (servidores virtuales) de CLARO CLOUD. Fuente: Claro Cloud

En el mismo segmento encontramos a la ciberseguridad que va de la mano con la nube y la migración digital de las industrias por tal razón es esencial una vez que se haya contratado el servicio de la nube incluir la ciberseguridad. La mayoría de industrias grandes que prestan el cloud como AWS, GOOGLE, IBM ya incluyen la ciberseguridad

dentro del paquete de la nube y de cierta manera las empresas que contraten este servicio trabajaran con la misma seguridad que las grandes empresas utilizan.

Lo bueno para las Pymes ecuatorianas es que se puede contratar la ciberseguridad bajo el concepto del SaaS (software como servicio). Sin embargo, hay que tener algo claro para las Pymes, la ciberseguridad no tiene que ser tomado a la ligera, por tal motivo empresas como CISCO proponen una solución basada en hardware + software para la protección de la información en la nube. El hardware tiene que ver con dispositivos como routers o firewall, sus costos van desde los 250,00 USD. Por otro lado, las soluciones de ciberseguridad por software van desde los 15,00 USD en adelante, como tal es el caso de una operadora telefónica presente en Ecuador, que presta esta tecnología para 5 computadoras a un plan de 16,80 USD mensuales, al igual planes que abarcan a 20 y 100 computadoras respectivamente (Ilustración 10). En la Ilustración 11 se puede observar las características de los diferentes planes, de cierta manera para un inicio el plan de 5 o 20 computadoras para las Pymes es perfecto.

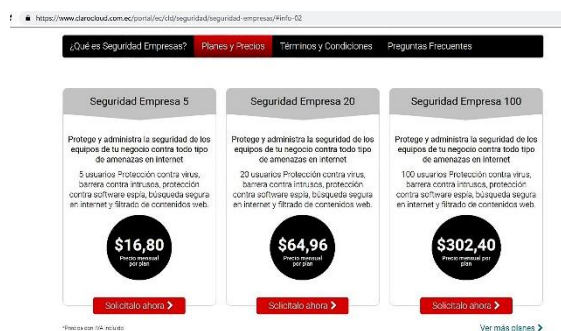


Ilustración 10. Tipos de planes de ciberseguridad de CLARO CLOUD. Fuente: Claro Cloud

<https://www.clarocloud.com.ec/portal/ec/cd/seguridad/seguridad-empresas/?info=02>

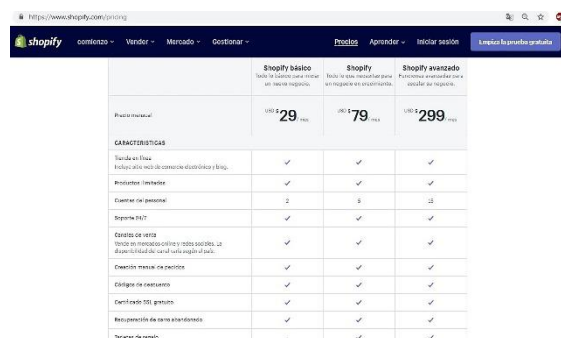
Características	Seguridad Negocios 5	Seguridad Negocios 20	Seguridad Negocios 100
Usuarios por paquete	5	20	100
Panel de administración web para instalar, configurar y monitorear la protección en todos los equipos de la empresa	✓	✓	✓
Barrera contra intrusos (Firewall)	✓	✓	✓
Filtrado de contenido web	✓	✓	✓
Soporte técnico especializado disponible 24 horas, 7 días a la semana, los 365 días del año	✓	✓	✓
Protección para servidores de correo	✓	✓	✓
Protección contra virus (Antivirus y Anti-spam)	✓	✓	✓
Protección contra software espía (Anti-spyware)	✓	✓	✓
Navegación segura (SiteAdvisor)	✓	✓	✓
Filtrado de Sitios Web	✓	✓	✓

Ilustración 11. Características de ciberseguridad de CLARO CLOUD. Fuente: Claro Cloud

La implementación de las tecnologías del primer segmento da el paso inicial de la transformación de las Pymes, con la nube como primera tecnología que permite dar soporte y albergar a las demás tecnologías, y con la ciberseguridad generando confianza a la nueva era digital se hace más accesible la inclusión de las tecnologías de los otros segmentos.

Para la implementación de las tecnologías del segundo segmento las Pymes ecuatorianas pueden empezar con las plataformas B2B - B2C y el internet de las cosas, como las dos tecnologías que se encargan de receptar los datos para luego transformarlos en información. Hay que tener en cuenta que las plataformas B2B-B2C se puede adquirir como un servicio y su inversión es a partir de los 29,00 USD/mensual (Ilustración 12), además que se lo puede contratar dentro de la nube. Lo bueno de esta tecnología es que se puede comenzar con un tiempo de gracia (forma gratuita) con lo cual las Pymes pueden entrar al nuevo mundo del comercio electrónico. Para las Pymes que empiezan a exportar, PRO ECUADOR presenta una plataforma B2B conocida como e-Ecuador (Ilustración 13), donde las industrias pueden

darse a conocer y hacer negociaciones alrededor del mundo. Existe un plan gratuito dentro de esta plataforma lo que permite que las Pymes ecuatorianas se beneficien de esta nueva tecnología, solo es necesario estar inscrito en PRO ECUADOR.



	Shopify básico	Shopify	Shopify avanzado
Precio mensual	USD \$29/mes	USD \$79/mes	USD \$299/mes
CARACTERÍSTICAS			
Tienda en línea	✓	✓	✓
Productos sin costo de conexión eléctrica y Wi-Fi	✓	✓	✓
Productos limitados	✓	✓	✓
Cuentas no personalizadas	2	5	15
Seguro PAI	✓	✓	✓
Cuenta de venta	✓	✓	✓
Venta en mercados online y redes sociales. La disponibilidad de venta online depende de la tienda.	✓	✓	✓
Cuentas de inventario	✓	✓	✓
Cálculo de impuestos	✓	✓	✓
Cuentas de 100 usuarios	✓	✓	✓
Recuperación de datos de abandono	✓	✓	✓
Temas de regalo	1	✓	✓

Ilustración 12. Costo de una plataforma B2B-B2C en Shopify. Fuente: shopify



Ilustración 13. Plataforma B2B, e-Ecuador. Fuente: EcuadorB2B

Otra tecnología dentro del segundo segmento que puede ser adquirida como servicio y dentro de la nube, es la Simulación - Realidad Aumentada, tecnología que permite dar a conocer a las Pymes y los productos a través de un código QR. Al estar incluido en la nube de grandes empresas tecnológicas las Pymes cuentan con una gran ventaja, porque pueden utilizar esta tecnología en la capa gratuita, como es el caso del software AMAZON SUMERIAN de AWS (Ilustración 14), además se pueden desarrollar proyectos simples de realidad aumentada a precios

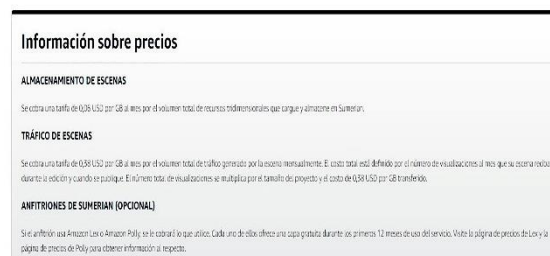
económicos alcanzables para las Pymes que van desde 2,00 USD/mensuales que dependen de la cantidad de visualizaciones al mes (Ilustración 15).

Precios de Amazon Sumerian

Con Amazon Sumerian, no se aplican cargos de licencia por diseñar y editar aplicaciones de realidad aumentada (AR) y realidad virtual (VR). Si se cobra en función del volumen de almacenamiento que use para los recursos 3D en Sumerian y el volumen de tráfico generado por su escena durante la edición y cuando se visualiza su escena publicada. También debe pagar los costos de los demás servicios de AWS que use al anfitrión o la aplicación de Sumerian, como Amazon Lex y Amazon Polly. No conlleva costos anticipados ni cuotas mínimas. Sumerian ofrece una capa gratuita de 12 meses para ayudar a empezar.

Capa gratuita
Como parte de la capa gratuita de AWS, puede comenzar a utilizar Amazon Sumerian de forma gratuita. Al inscribirse, los clientes nuevos pueden crear una escena publicada de hasta 50 MB que recibe el equivalente a 100 visualizaciones (5 GB) al mes durante los primeros 12 meses.

Ilustración 14. Software de Realidad aumentada Amazon Sumerian de AWS, capa gratuita. Fuente: AWS



Información sobre precios
ALMACENAMIENTO DE ESCENAS Se cobra una tarifa de \$0,36 USD por GB al mes por el volumen total de recursos tridimensionales que cargue y almacene en Sumerian.
TRÁFICO DE ESCENAS Se cobra una tarifa de \$0,36 USD por GB al mes por el volumen total de tráfico generado por la escena mensualmente. El costo total está definido por el número de visualizaciones al mes que se cobra cuando se edita y cuando se publica. El número total de visualizaciones se multiplica por el tamaño del proyecto y el costo de \$0,36 USD por GB transmitido.
ANFITRIONES DE SUMERIAN (OPCIONAL) Si se anfitrión usa Amazon Lex o Amazon Polly, se le cobrará lo que utilice. Cada uno de ellos ofrece una capa gratuita durante los primeros 12 meses de uso del servicio. Visite la página de precios de Lex y la página de precios de Polly para obtener información al respecto.

Ilustración 15. Información de precios del Software de Realidad aumentada Amazon Sumerian de AWS.

Fuente: AWS

Una de las tecnologías que está en auge en la actualidad dentro de las industrias es el Internet de las cosas (IoT) debido a la reducción del precio de los sensores y al software que permite conectar los datos a la nube. Industrias líderes a nivel mundial como Bosch Rexroth y Siemens presentan soluciones del IoT desde los 3.500,00 USD que incluyen software + hardware, por ejemplo, el IoT Gateway de grupo Bosch que permite controlar las máquinas dentro del proceso para reducir el consumo de energía, tomar acciones en el proceso, reducir costos operativos y con un retorno de la inversión menor a 1,5 años. Lo importante para las Pymes es el análisis de datos que son visibles a partir de los KPIs

(indicador calve de rendimiento) que empresas como Bosch ofrece en su solución.

Otra opción para las Pymes es empezar con sensores conectados a un software de IoT en la nube mediante un dispositivo de transmisión de datos. Para las Pymes resulta factible esta opción porque efectivamente se puede encontrar este software de forma gratuita en la nube (Ilustración 16), con ciertas limitaciones en la cantidad de datos, número de transacciones al día, formato del dato. Mantener conectado el software de IoT en la nube permite ser compatible con los demás softwares, por ejemplo, con el Big Data que permite analizar los datos recolectados por IoT. En la actualidad el precio de los sensores va desde los 20,00 USD, el dispositivo que permite la conexión entre los sensores a los softwares de IoT en la nube denominados IoT Gateway tienen una inversión desde los 450,00 USD (Ilustración 17).



Ilustración 16. Software AWS IoT CORE para el internet de las cosas en la capa gratuita. Fuente: AWS

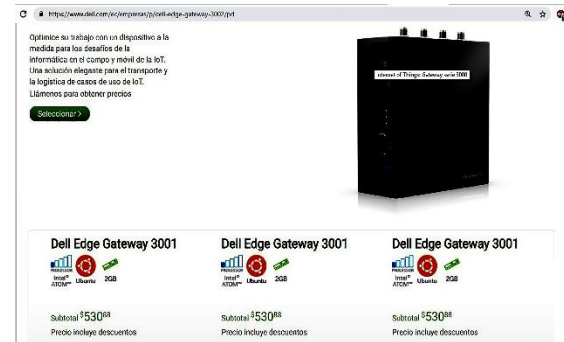


Ilustración 17. Dispositivo IoT Gateway de la marca Dell, precio. Fuente: Dell

La última tecnología de este segmento, el Big Data se lo puede adquirir dentro de la nube lo que permite mantener una conexión directa entre todos los softwares, obtener a un bajo precio, hasta de forma gratuita (Ilustración 18). Sacar provecho de los datos que se recolectan a través del IoT y las plataformas B2B - B2C es de vital importancia para las Pymes.

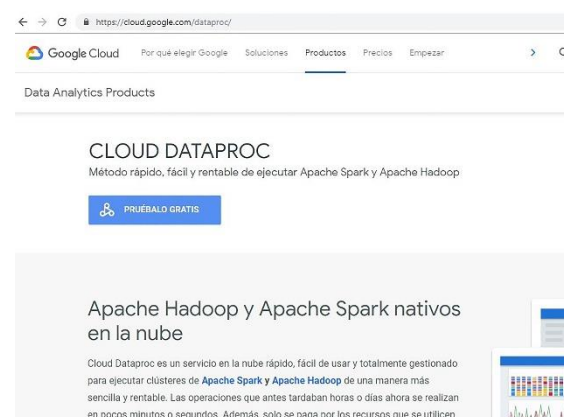


Ilustración 18. Software Big Data CLOUD DATAPROC de Google Cloud, capa gratuita. Fuente: cloud.google

Otra opción para las Pymes es la adquisición de softwares independientes de la nube que tienen acceso a diferentes bases de datos a nivel mundial y nacional, permiten conocer información del mercado, de industrias similares, de nuevos productos, clientes, etc., en menos de 5 minutos y que sirven para la toma

de decisiones en tiempo real, son fáciles de manipular y entender la información. Los precios de estos softwares van desde los 10,00 USD/mensuales.

Lo importante para las Pymes ecuatorianas es que las tecnologías de este segmento en su mayoría son digitales, son softwares desarrollados en diferentes partes del mundo y que sin importar su procedencia hoy en día son una realidad en las pequeñas y medianas empresas del país, gracias a la globalización y la web. Al ser softwares su adquisición dentro de la nube, abarata aún más el costo de inversión y su contratación como servicio permite pagar solo lo que se utiliza, garantizando tecnologías a bajo costo.

Por último, se encuentran las tecnologías del tercer segmento, la fabricación aditiva y la robótica colaborativa (brazos robóticos). Si bien son tecnologías referentes a hardware, sin embargo, están bajo el concepto comercial XaaS, es decir que se puede adquirir como servicio sin la necesidad de que las Pymes tengan que hacer grandes inversiones iniciales para la adquisición de estas tecnologías.

Pymes que buscan la personalización de sus productos de acuerdo a las características de los clientes, a un bajo costo y disminución del tiempo de producción encuentran en la impresión 3D la mejor aliada y todo se debe a la reducción del costo de esta tecnología que ha sufrido en los últimos años. Para las Pymes ecuatorianas existe dos técnicas factibles de impresión 3D, la impresión por extracción por

filamento (FDM) es la más económica, empresas como SAIS 3D, MARKET GROUP, INNOVA 3D y MATTER MAKERS presentes en nuestro país, comercializan este tipo de impresoras desde los 550,00 USD en adelante (Ilustración 19), los filamentos para este tipo de impresión existen en una alta gama de colores y su precio va desde los 28,00 USD (Ilustración 20).

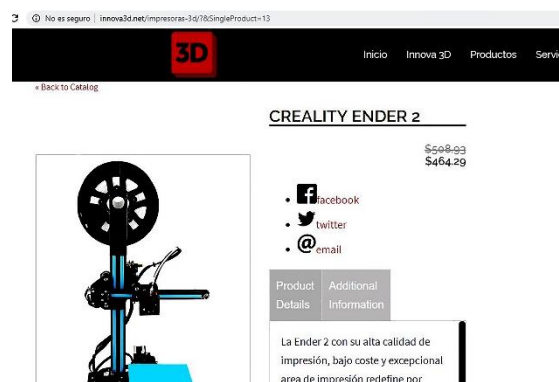


Ilustración 19. Precio de las impresoras por extracción de filamento (FDM). Fuente: innova3d

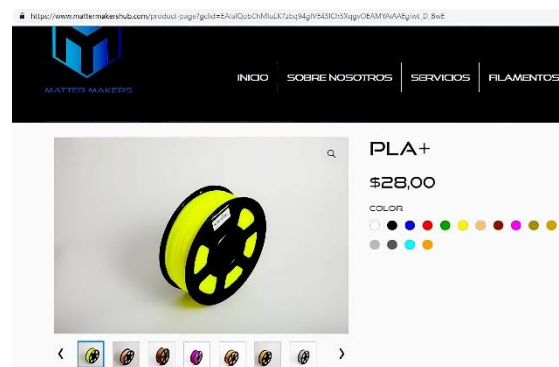


Ilustración 20. Precio de los filamentos para la impresión 3D por FDM. Fuente: Matter Makers

Para las Pymes que buscan buenos acabados en sus productos, la segunda opción factible es la impresión 3D con resina bajo la técnica SLS o DLP. Estas impresoras son un poco más costosas en comparación de las primeras, sin embargo, son accesibles para las Pymes. El costo de la impresora 3D de este tipo va desde los 1.000,00 USD en adelante en

nuestro país (Ilustración 21). Las resinas utilizadas en este tipo de impresión tienen un costo a partir de los 220,00 USD (Ilustración 22).



Ilustración 21. Precio de las impresoras 3D por la técnica SLS o DLP. Fuente: Ecuador-Maker Group



Ilustración 22. Precio de las resinas para la impresión 3D por SLS o DLP. Fuente: Ecuador-Maker Group

Para las Pymes que no requieren hacer la inversión en las impresoras 3D debido a su bajo uso, surge la opción de contratar el servicio de impresión 3D. Empresas anteriormente nombradas prestan este servicio a un costo desde los 10,00 USD incluido el diseño, y va a depender del tamaño y la técnica de impresión.

La última tecnología del tercer segmento es la robótica colaborativa a través de los brazos robóticos. Es la tecnología que requiere de la

suma más alta de inversión de todas las tecnologías del modelo propuesto. Podemos encontrar brazos robóticos multifuncionales utilizados para el montaje automático, pintura, manipulación, transporte, soldadura, lijado, etc., a un precio a partir de los 5.000,00 USD en adelante (Ilustración 23), en el mercado internacional, en especial en el mercado chino y japonés. En el mercado nacional esta tecnología sobrepasa los 8.500,00 USD.



Ilustración 23. Precio de los brazos robóticos mercado internacional (China). Fuente: Danbach Robot Jiangxi Inc.

Hay que tener en cuenta que esta tecnología no influye de forma directa en las demás tecnologías, sin embargo, si las Pymes buscan automatizarse, la adopción de los brazos robóticos es esencial. La industria debe hacer un análisis minucioso antes de adquirir esta tecnología, en el caso de que este brazo robótico reemplace a uno o dos operadores en actividades repetitivas, el retorno de la inversión (ROI) se hace en menos de 1,5 años, si la industria trabaja en dos turnos, mejor aún, el ROI se lo hace en 8 meses, lo que resulta de cierta manera factible para las Pymes.



Como se puede ver las tecnologías de la Industria 4.0 tomadas para este modelo son factibles en el país no solo para grandes empresas con gran inversión de dinero, también es una realidad para las Pymes con una mínima inversión. Lo importante del modelo propuesto es identificar las oportunidades de transformación de las Pymes ecuatorianas hacia la cuarta revolución industrial, sin importar que cuenten con poca infraestructura, poco personal capacitado y escasos recursos, la habilidad que tengan para adaptarse al cambio tecnológico es lo que definirá el éxito de las Pymes en la era digital frente a las grandes industrias.

Lo que permite que las tecnologías se den en las Pymes en la actualidad, es el concepto comercial de que cualquier cosa se puede adquirir como servicio (XaaS) sin importar que sea software o hardware, con lo cual las pequeñas y medianas industrias no necesitan de gran inversión, adicionalmente hay que tener en cuenta que la tecnología alrededor del mundo ha sufrido una reducción considerable en su precio.

El modelo se ha dividido en tres segmentos con la finalidad de poder ver que tecnologías pueden ser las primeras introducidas en las Pymes. Es necesario tomar en cuenta antes de los segmentos, la evolución de la red, porque la velocidad de transmisión de datos en la cuarta revolución industrial va a demandar una conectividad de alta velocidad. Al hablar de industrias conectadas e inteligentes, hablamos de que los datos y la información deben ser en tiempo real y en el lugar que lo necesiten, para

poder tomar decisiones asertivas, de ahí la importancia de la evolución de la conectividad en Ecuador.

Las dos tecnologías del primer segmento (nube, ciberseguridad) son necesarias para dar el primer paso de transformación. La nube permite disponibilidad, almacenamiento, acceso y es el lugar en donde podemos albergar de forma digital la mayoría de las demás tecnologías del modelo. Por otro lado, la ciberseguridad protege este espacio digital y limita el acceso a personal que no tiene nada que ver con la industria, creando confianza en el uso de las nuevas tecnologías.

Hay que considerar que el modelo de implementación de Industria 4.0 desarrollado en este trabajo es solo una propuesta generalizada, existe muchos caminos para la transformación de la industria a la cuarta revolución industrial, sin embargo, para este trabajo se ha considerado las características de las Pymes ecuatorianas: bajo recursos económicos, pequeña infraestructura, poco personal capacitado, pocas transacciones, con lo cual se busca generar ventaja competitiva a través de la implementación a la I 4.0. Adicionalmente, el modelo propuesto no se limita a un solo sector industrial, para ello las Pymes deberán analizar bien sus procesos, productos y su mercado, para ver que tecnología le beneficia mejor y comenzar con su implementación.

Las Pymes pueden buscar competitividad a través de ciertas combinaciones tecnológicas



de los diferentes segmentos, por ejemplo, para las industrias que buscan generar competitividad a través de la personalización (característica inherente de las Pymes) una combinación de CLOUD + CIBERSEGURIDAD + PLATAFORMAS B2B – B2C + FABRICACIÓN ADITIVA es la solución. Con lo cual se obtiene productos personalizados por los clientes a bajo costo de producción y en un corto tiempo, con lo cual se pone a iguales condiciones con la gran industria.

Para las Pymes que buscan la digitalización, informatización, trazabilidad de sus productos y mejorar la comunicación, una combinación de CLOUD + CIBERSEGURIDAD + IoT representa la mejor solución. Las Pymes logran una comunicación directa entre máquinas – máquinas (M2M), máquinas – hombre (M2P) y hombre – hombre (P2P), generando buenas decisiones en tiempo real.

Las Pymes que busquen generar competitividad a través de la automatización y la fabricación flexible, tienen dos combinaciones como opciones en la I 4.0. La primera es CLOUD + CIBERSEGURIDAD + ROBÓTICA COLABORATIVA, permite automatizar ciertas tareas repetitivas sin la necesidad de supervisar las actividades, solo con una buena programación que se la puede hacer de forma remota. La segunda combinación y más económica que la primera es el CLOUD + CIBERSEGURIDAD + IoT, gracias a los KPIs que se tiene a disposición a

toda hora y en cualquier lugar, se puede cambiar la producción dependiendo de la demanda.

Para las Pymes que quieren mejorar la experiencia de los clientes y con ello ganar mercado frente a las demás industrias la combinación tecnológica que les puede ayudar es CLOUD + CIBERSEGURIDAD + REALIDAD AUMENTADA – SIMULACIÓN. Las Pymes pueden darse a conocer y generar confianza con sus clientes gracias a un código QR.

Las Pymes pueden llegar a ser competitivas solo con la adopción de varias tecnologías de la I 4.0, no es necesario que se adopte todas las tecnologías a la vez para generar competitividad. Es necesario que las Pymes conozcan bien su actividad económica y sus procesos, desde ahí se parte para dar el primer paso y elegir las tecnologías que se necesitan integrar a la industria para generar cambios positivos. Lo que si hay que tomar en cuenta es que buscan las Pymes al transformarse a la cuarta revolución industrial, hacer una inversión solo por moda es innecesario.

3. Conclusiones:

Con el desarrollo de la propuesta del modelo de implementación de Industria 4.0 se ha demostrado la hipótesis planteada, las Pymes ecuatorianas con una mínima inversión en tecnología serán flexibles y competitivas frente



a las grandes industrias, gracias al uso de las tecnologías habilitantes de la cuarta revolución industrial. Todo esto se debe a que en la actualidad se encuentran disponibles las tecnologías de la cuarta revolución industrial en cualquier parte del mundo a un bajo costo.

Bajo las condiciones que presentan las Pymes en Ecuador dentro del modelo propuesto se creó una red de adaptabilidad de los pilares tecnológicos fundamentales de la I 4.0. El primer segmento del modelo tiene dos tecnologías (Cloud y Ciberseguridad) que son necesarias desde el primer momento que se piense en implementar I 4.0, precisamente son aquellas que conectan y dan soporte a las demás tecnologías. Dentro de la nube se puede dar todas las tecnologías del segundo segmento (IoT, Plataformas B2B – B2C, Big Data, Realidad Aumentada –Simulación), básicamente son parte de la nube. Entre estos dos segmentos es donde ocurre el mayor número de combinaciones que puede generar según las necesidades, diferentes ventajas competitivas. Las tecnologías de estos dos segmentos en su mayoría son digitales lo que permite que su adquisición sea mediante “como servicio”, generando ahorro económico para las Pymes.

Dentro del modelo aparece un tercer segmento constituido por tecnologías emergentes (Fabricación Aditiva y Robótica Colaborativa) que garantizan la automatización, personalización y disminución del tiempo de producción. Son las tecnologías que presentan una mayor inversión en su

implementación, pero que tienen un retorno de la inversión menor a dos años, lo que es factible para las Pymes. Para algunos sectores industriales es hasta cierto punto innecesario la adopción de estas dos últimas tecnologías debido a la baja influencia sobre las demás.

La situación actual en el sector industrial de Ecuador es que se tiene las tecnologías de una forma aislada y no se encuentra un orden o una conexión entre ellas que permita a las Pymes generar ventaja competitiva con la implementación de la I 4.0, pero que gracias al modelo propuesto se logró demostrar que si existe una correlación o un orden entre las tecnologías habilitantes de la I 4.0, que son accesibles para las Pymes según las condiciones reales en las que viven. Lo esencial para el país es que ya se cuenta con tecnologías bajo el concepto de servicio (XaaS como catalizador) y avances en la evolución de la conectividad (red 4.5G), que es lo primordial antes de comenzar la transformación a I 4.0. Lo que, si hay que mejorar dentro del sector industrial es el conocimiento acerca de la cuarta revolución industrial y los posibles cambios que generará en todas las industrias.

Con el desarrollo del modelo se concluyó que las Pymes con escasos recursos económicos tienen la oportunidad de implementar los avances tecnológicos de la I 4.0 a un mínimo costo de inversión, y que en algunos casos dar el primer paso de transformación no cuesta nada, gracias a los nuevos modelos de negocio por internet como el Freemium que permite acceder a tecnologías de forma gratuita por un



tiempo de gracia, de cierta manera hasta que las industrias se formen como adeptos y vean la importancia de estos softwares. De igual manera, grandes empresas tecnológicas como AMAZON, IBM, MICROSOFT y GOOGLE permiten el uso de su tecnología desde su página web en cualquier parte del mundo, con lo cual las Pymes ecuatorianas tienen acceso a todas las tecnologías sin la necesidad de una gran inversión, por lo contrario, pagando solo lo que se utiliza. Adquirir tecnología ya no es un problema para las Pymes ecuatorianas, el verdadero problema radica en cambiar la mentalidad de los empresarios y trabajadores que todavía no se adaptan al cambio constante.

Una observación final en la cual toca mejorar en las industrias del país es el conocimiento, primero del concepto como tal I 4.0 y segundo, de las tecnologías habilitantes. Dentro de la transformación lo que más tiempo llevará es cambiar el pensamiento de los dueños de las Pymes, que piensan que las tecnologías son costosas y que no existen en el país, pero queda demostrado todo lo contrario con el desarrollo del modelo propuesto. El sector industrial debe trabajar en conjunto con el gobierno y la academia (universidades) para obtener todos los beneficios posibles que trae consigo la cuarta revolución industrial en el menor tiempo posible. Se debe tomar como ejemplos a países pioneros en I 4.0 que ya nos llevan de entre 10 a 20 años en adelantos tecnológicos a nivel industrial.

Para futuras líneas de investigación se recomienda desarrollar modelos de I 4.0 más

específicos para cada sector industrial, ya que se tiene diferentes características por cada actividad económica y el modelo propuesto se lo hizo de forma generalizada.

Agradecimientos:

A Dios, a toda mi familia, amigos, compañeros y docentes por el apoyo incondicional en todo momento y a las empresas tecnológicas a nivel local, nacional e internacional que aportaron con ideas valiosas en el momento de desarrollar este ensayo.

Un agradecimiento especial a mi tutor y coautor de este trabajo el Ing. James Arias que desde el principio supo colaborar con todos sus conocimientos y tenía claro lo que debíamos hacer.

Bibliografía:

- Computing. (2016). Gartner marca las Predicciones TI para el periodo 2017-2020. Recuperado el 10 de junio de 2019, de <http://www.computing.es/mercado-ti/informes/1093398046401/gartner-marca-las-predicciones-ti-para-el-periodo-2017-2020.1.html>
- de la Fuente, E., & Mazaeda, R. (2016). *Industria 4.0*. UNIVERSIDAD DE VALLADOLID, Valladolid.
- Gartner Inc. (2012). Curva de implementación tecnológica 2012. Recuperado de <http://www.computing.es/infraestructuras/informes/1062107001801/gartner-hype-cycle-tecnologias-emergentes-2012.1.html>



- Gartner Inc. (2015, Julio). Hype cycle para la impresión 3D. Recuperado de <https://www.sculpteo.com/blog/2017/08/01/the-3d-printing-hype-cycle-by-gartner-what-does-the-2017-edition-say>
- Gartner Inc. (2015, Agosto). Hype cycle para la computadora en la nube (SaaS). Recuperado de <https://www.zdnet.com/article/saas-in-2016-the-key-trends/>
- González, M. (2017). Cuarta revolución industrial, empleo y estado de bienestar. Recuperado de <http://www.racmyp.es/R/racmyp/docs/anales/A95/A95-7.pdf>
- Iacobucci, D. (2015). XaaS: sin excusas para innovar. *América Economía*. Recuperado el 11 de junio de 2019, de <https://www.americaeconomia.com/analisis-opinion/xaas-sin-excusas-para-innovar>
- Leckinski, J. (2011). Ganando el momento cero de la verdad ZMOT (Vol. 1). Recuperado de <http://v1.zeromomentoftruth.com/google-zmot-es.pdf>
- López, J., & Escudero, V. (2016). Industria 4.0, la gran oportunidad- Economía Aragonesa. IBERCAJA BANCO S.A., 59, 111–125.
- Malvicino, F., & Yoguel, G. (2015). Big Data : Avances Recientes a Nivel Internacional y Perspectivas para el Desarrollo Local. En Centro Interdisciplinario de Estudios en Ciencia tecnología e Innovación (CIECTI). Buenos Aires.
- Organización de los Estados Americanos. (2018). Estado de la ciberseguridad en el sector bancario en América Latina y el Caribe. Recuperado de <http://www.oas.org/es/sms/cicte/sectorbancariospa.pdf>
- Pozzi, S. (2017). El Black Friday pierde relevancia en EEUU, la cuna de estas rebajas. EL PAÍS. Recuperado de https://elpais.com/economia/2017/11/23/actualidad/1511397104_866802.html
- Rodríguez Argueta, C. M. (2016). La tecnología como factor de competitividad: recientes indicadores internacionales de desempeño. Entorno, (61), 68–75. Recuperado de <https://doi.org/10.5377/entorno.v0i61.6131>
- Rojas, M., Yuste, E., Vázquez, J., & Celaya, J. (2014). Los mercados digitales: una solución estratégica para las empresas. Recuperado de <https://cd.dgb.uanl.mx/handle/201504211/3796>
- Sáenz García, V. (2015). Los 9 pilares tecnológicos de la Industria 4.0. Recuperado de <http://industria-4.blogspot.mx/2015/06/los-9-pilares-tecnologicos-de-la.html>
- Schroeder, W. (2015). La estrategia alemana Industria 4.0: el capitalismo renano en la era de la digitalización. Friedrich-Ebert-Stiftung, 1, 1–30. Recuperado de https://www.uni-kassel.de/fb05/fileadmin/datas/fb05/FG_Politikwissenschaften/PSBRD/FES_Madrid_Schroeder_Industria_4.0_ES_01.pdf
- Villafranco, G. (2017). Éstos son los empleos que se perderán por la cuarta revolución industrial. Forbes. Recuperado de <https://www.forbes.com.mx/estos-los-empleos-se-perderan-la-cuarta-revolucion-industrial/>

Páginas web:

- AWS | Cloud Computing - Servicios de informática en la nube. Recuperado el 11 de junio del 2019, de <https://aws.amazon.com/es/>
- Claro Cloud. Servicios de cloud computing para tu negocio | Ecuador. Recuperado el 11 de junio del 2019, de <https://www.clarocloud.com.ec/portal/ec/cld/>
- cloud.google. Cloud Dataproc - Apache Hadoop y Apache Spark nativos en la nube. Recuperado el 11 de junio del 2019, de



<https://cloud.google.com/dataproc/>

Danbach Robot Jiangxi Inc. Industrial Robot, Automated Guided Vehicle. Recuperado el 11 de junio del 2019, de:
<https://jxdbh.en.alibaba.com/>

Dell. Dispositivo IoT Gateway de la marca Dell, precio. Recuperado el 11 de junio del 2019, de
<http://www1.la.dell.com/content/default.aspx?c=ec&l=es&s=gen&~ck=cr>

EcuadorB2B. Plataforma B2B, e-Ecuador. Recuperado el 11 de junio del 2019, de:
<https://ecuadorb2b.com/>

Ecuador-Maker Group. Impresión y Diseño en 3D. Recuperado el 11 de junio del 2019, de <https://www.makergroupecuador.com/>

innova3d. Precio de las impresoras por extracción de filamento (FDM). Recuperado el 11 de junio del 2019, de
<http://innova3d.net/>

Matter Makers. Impresión 3D | Quito, Ecuador. Recuperado el 11 de junio del 2019, de
<https://www.mattermakershub.com/>

shopify. Precios de Shopify. Recuperado el 11 de junio del 2019, de
<https://www.shopify.com/pricing>